IN CIELO

SAGGI DI ASTRONOMIA

OTTAVIO ZANOTTI BIANCO

INGEGNERE

LIBERO DOCENTE DI GEODESIA NELLA R. UNIVERSITÀ DI TORINO

IN CIELO

SAGGI DI ASTRONOMIA



TORINO

FRATELLI BOCCA, EDITORI

LIBRAI DI S. M. IL RE D'ITALIA

Succursali

MILANO - ROMA - FIRENZE

1897.





Torino — Vincenzo Bona, Tip. di S. M. e de' RR. Principi.

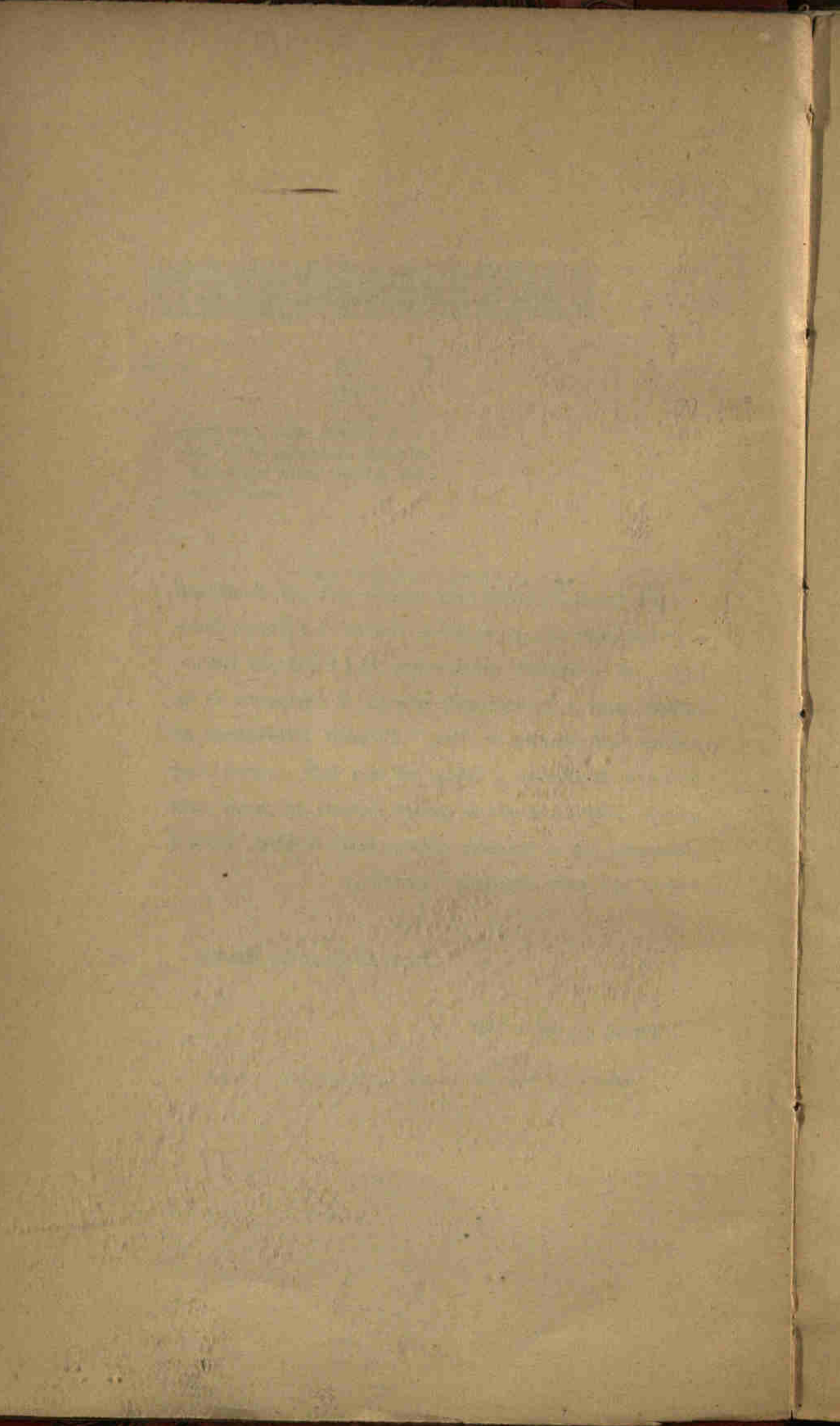
AL LETTORE

> La dernière chose qu'on trouve en faisant un ouvrage est de savoir celle qu'il faut mettre la première.
>
> PASCAL, *Pensées*.

Il Conte PROTONOTARI *accolse già gli scritti qui stampati nella sua sì rinomata Rivista* " La Nuova Antologia „ *ed acconsentì cortesemente che i* FRATELLI BOCCA, *editori tanto e giustamente stimati, li riunissero in un volume, ad iniziare la loro* " **Piccola Biblioteca di Scienze Moderne** „. *Siano ad essi tutti cordialissime grazie. Auguro a questi egregi signori, ed anche a me s' intende, che il benevolo lettore, finito il libro, possa e voglia egli pure dire loro* " *grazie* „.

OTTAVIO ZANOTTI BIANCO.

Torino, Novembre 1896.



INDICE



LO SPAZIO CELESTE

I.

Fra gli astri che in cielo risplendono per luce propria, cioè fra le stelle, il Sole è il più vicino a noi. Non fu impresa facile quella mercè la quale si giunse a sapere coll'approssimazione di circa un quarto di milione di chilometri, quanto il Sole dista dalla terra. Nè quell'indagine è messa oggidì in disparte: troppo importa agli astronomi il conoscere quanto più esattamente si possa quella distanza; intorno ai calcoli ed alle osservazioni che essa richiede si affaticano tuttora lavoratori ingegnosi ed eletti. Ora ci è noto che la distanza della Terra dal Sole è di circa centoquarantanove milioni di chilometri. È più facile scrivere le nove cifre (149000000) che rappresentano questo numero, che farsene un'idea. Si provi a contare dall'uno fino al numero che esprime la distanza del Sole dalla Terra. Sarebbe necessario di contare con tutta la possibile celerità e senza mai interrompersi per tre giorni e tre notti consecutive (settantadue ore) prima di avere raggiunto il milione, e questa operazione dovrebbe ripetersi 149 volte prima di pronunziare il numero che dà in chilometri la detta distanza. Vale a dire per contare da uno sino a 149000000,

occorre impiegare, senza perdere neppure un secondo di tempo, un anno, due mesi e 22 giorni.

Dopo il Sole, il più prossimo nostro vicino nel mondo stellare è la stella *alfa* della costellazione del *Centauro*. La luce impiega per venire da essa sino a noi, quattro anni e cento ventotto giorni circa: e si rammenti che la luce percorre trecentomila chilometri al minuto secondo, e che in 24 ore vi sono 86400 minuti secondi. Gl'Inglesi esprimono brevemente la distanza di una stella, dicendo che essa è uguale a tanti anni-luce (light-years), il che in italiano corrisponde alla frase, *la luce impiega tanti anni per arrivare dalla stella sino a noi*. Non è questo il luogo per dire come si giunga a tali risultati; l'indole dei metodi impiegati richiede per essere intesa, cognizioni speciali, che non sono nel dominio comune, ma sono possedute solo da quelli che si occupano delle cose del cielo. Qui ci si consenta una breve digressione sul modo col quale sono accolti nella società odierna i dettati dell'astronomia.

Uno scetticismo garbato e di buon genere accoglie quasi sempre le nozioni astronomiche e specie i numeri, che gli astronomi dànno come rappresentanti delle dimensioni degli astri e delle loro distanze: “ se non ci credete, andate a misurare „ si sente spesso ripetere a proposito di essi. Ma perchè questi dubbi, questa non curante incredulità? Certo l'astronomia, come ogni arte o scienza umana, può fallare! Certo in quei numeri esistono incertezze che spariranno col tempo! Ma con tutto ciò non si ha diritto, di porre in dubbio e spesso in ridicolo, risultati nel loro complesso sicuri, frutto di lunghi e non dilettevoli lavori, di profonde meditazioni, di osservazioni difficili e spesso penose. Si presta fede ai fatti più dubbiosi di un'istoria controversa e mal fondata: si hanno per indizii d'alta cultura le cognizioni sulla mitologia e sui fatti e gesta osceni e

grotteschi d'imperatori pazzi e di cortigiane in clamide imperiale, e poi si ignorano o si pongono in dubbio i veri svelati dall'astronomia e dalle scienze naturali. Si stima colto e dotto chi cita a sproposito e storpiato un verso di Orazio o di Tibullo, o fa dello spirito sulle stravaganze di una greca etera; mentre si hanno per morte le lingue moderne, e s'ignora come circoli il sangue, e perchè alle stazioni di frontiera si cambi l'ora e la luna presenti fasi; si crede alle profezie sul tempo a lunga scadenza, si temono le influenze delle comete, e si guardano con curioso occhio, quasi misteriosi congegni, il binocolo da teatro ed il barometro. Affè che ben si appongono quanti in Italia vogliono che nell'istruzione si abbandonino quei sentieri detti classici, ma aridi e tortuosi che mettono alle cadenti e forse troppo decantate rovine di un passato glorioso sì, ma che, come cappa di piombo, grava di soverchio le nostre spalle, e ne inceppa il solerte andare, ed il proficuo movimento del progresso. A buon diritto vuolsi che ci s'avvii per quelle nuove strade larghe, diritte, tracciate dalle necessità dell'odierno vivere e che fanno capo a quella sana e ben intesa educazione, per mezzo della quale solamente si attua e si esplica la vita fisica e morale dell'uomo d'oggidì; il quale rispettoso d'ogni più giusta gloria, amante d'ogni vera cultura, rifugge dal superfluo, ed all'onesto, al buono, al bello, all'utile mirando, s'adopera memore che chi più sa più può e che il lavoro e la carità son la più santa, la più feconda preghiera.

La digressione che altri intitolerà, non a ragione, *Cicero* (da strapazzo) *pro domo sua* è finita, e ritorno alle stelle. Veramente l'arrivarvi non è sì facile nè breve viaggio: non tale però da intimorire la mente dell'uomo che le difficoltà non teme, ma come da potente magnete attratta, il mistero delle cose ricerca

ed ansiosa indaga, s'anco troppe fiate constata con dolore inutili e delusi i suoi tentativi.

Dalle ricerche di Elkin a Yale College risulta che *Procione* dista dalla Terra di 12,3 *anni-luce*, *Altair* di 16,4, *Aldebaran* del Toro di 28, *Regolo* del Leone di 35,1. Trasportato alla distanza di Regolo il nostro Sole non sarebbe neppur più visibile ad occhio nudo. *Betelgeux (alfa* d'Orione), *Deneb (alfa* del Cigno) ed *Arturo* sono, pare fuori dubbio, a profondità dello spazio che sfidano ogni mezzo di misura oggi conosciuto. L'enorme distanza d'Arturo ed il suo vivo lume, ne induce a vedere in quella fulgida stella forse il più grandioso Sole accessibile alla imperfetta nostra conoscenza.

Si può poi oggi ammettere che per ben 58 anni debba, in media, volare la luce delle stelle di seconda grandezza per giungere sino a noi, mentre per un lasso di 92 deve camminare quella delle stelle di terza grandezza. La distanza cresce via via col diminuire della grandezza. La luce delle stelle di prima grandezza impiega, come risultato medio 36 anni e mezzo per toccare la terra. Così inconcepibilmente lungi stanno all'incirca, le più belle stelle, fra le quali collocato, il nostro sole diviene affatto insignificante ed invisibile ad occhio nudo.

La via lattea che quasi fascia di meravigliosa trina adorna albeggiando il costellato manto della notte, sta ad una distanza compresa fra quella delle stelle di decima e quelle di quattordicesima grandezza.

Come, distinta da minori e maggi
Lumi, biancheggia fra i poli del mondo
Galassia sì, che fa dubbiar ben saggi.

(DANTE, *Paradiso,* XIV, 97).

Quando si giunge alla sedicesima grandezza, che è quella delle più piccole stelle visibili nei più potenti

canocchiali, noi troviamo che la loro distanza media teorica tocca ben 36,000 *anni-luce.* Nel linguaggio astronomico matematico si rappresenta la distanza di una stella (di un astro in generale) a mezzo della sua *parallasse.* La *parallasse* di una stella non è altro che l'angolo sotto il quale è visto dalla stella il raggio medio dell'orbita che la Terra descrive intorno al Sole. Le osservazioni che permettono di determinare la parallasse di una stella sono difficili e delicatissime. Come si vede dalla definizione stessa, la *parallasse* di una stella è tanto più piccola, quanto maggiore è la sua distanza. Dalla *parallasse* si ricava la distanza della stella espressa in *anni-luce* od in chilometri. Vediamo così che se si prende con Gyldén per parallasse media delle stelle di prima grandezza 0,083 secondi d'arco, la distanza in *anni-luce* sarà 39,3 ed in chilometri 369 seguito da dodici zeri. Impaurito da quegli abissi senza fine s'arresta lo spirito umano smarrito e confuso. Pure più lungi, più addentro ancora nello spazio interminato, biancheggiano vapori pallidamente luminosi, le nebulose, e centinaia di migliaia d'anni vuolsi impieghi la luce per arrivare da esse a noi.

L'istoria dell'uomo, lugubre tessuto di dolori e di lagrime, di celebrate nequizie e d'ignorate virtù, non era incominciata ancora quando partissi dalla nebulosa d'Andromeda quel raggio, che pur ieri nel tranquillo silenzio della serena notte, apportava, dolce Evelina, all'occhio tuo di gazzella, che la scorgeva senz'aiuto di vetro, come già Al Süfi il Persiano e Simon Mario, novelle del profondo dei cieli.

Ma dove, dove avrà fine quest'innumerabil popolo di mondi? Nessuna risposta a questa domanda.

Nello stato attuale della scienza non vi è ragione di credere che le varie regioni dello spazio debbano diversificare fra loro rispetto alla possibilità dell'esi-

stenza di mondi, nulla di più ci è noto. Ma chi può dire che ciò non avvenga, chi sa nulla dello spazio? Chi sa dire se là, oltre le più deboli nebulose, una misteriosa barriera il mondo non divida, che nei nostri istrumenti traluce, da altro, da ogni più ardito immaginar diverso? Chi ne attesta, che con grandiosi e varii sistemi stellari, senza fine non si estenda la falange dei soli?

Le sfere di cristallo, che gli antichi volevano circoscrivessero il mondo son spezzate, ad immensurabili profondità nei cieli, sono allargati i confini dell'universo, ma a questi si sofferma la scienza. L'opaca, arcana sfera dell'inconcepibile sbarra pur sempre alla debole mente dell'uomo la via, impenetrabile come il mistero della morte; come lo spazio ed il tempo, immersa in tenebrosa caligine.

II.

Il numero delle stelle visibili ad occhio nudo è relativamente piccolo. Heis assicura non essere, ad occhio nudo computabili, nel cielo visibile dalla media Europa che quattro o cinque mila stelle; egli, con speciali cautele e da Münster donde sono visibili solo otto decimi della volta celeste, ne contò 5421. Houzeau alla Giamaica ne ha contate 5719 distribuite su tutto il firmamento, e Gould, a Cordoba nell'America meridionale, 10649. Il numero, però, delle stelle che si possono noverare ad occhio nudo, dipende essenzialmente dalla potenza visiva dell'osservatore e dalla purezza dell'atmosfera nel luogo e nella durata dell'osservazione. L'occhio vede però assai più stelle che non si possano contare, e più numerose ancora son quelle che non

scorge. I potenti canocchiali moderni ne mostrano all'astronomo meravigliato un numero grandissimo, e si ammette che quelle visibili salgano a circa cinquanta milioni. Vi sono regioni del cielo, nella Via Lattea, quasi bianche, tanto le stelle vi son fitte e vicine. Già Anassagora, Tolomeo, Dante, pensavano che la Via Lattea fosse un ammasso di stelle; e Galileo dopo l'invenzione del telescopio l'affermò decisamente. I lavori di William Herschel, hanno confermato in un certo senso questo modo di vedere; quest'astronomo ha trovato alcune chiazze di questa zona ricoperte quasi da un pulviscolo di stelle.

In talune regioni della Via Lattea le stelle vicinissime si staccano sul fondo nero del cielo; in altre invece nè Herschel nè gli Americani coi più potenti canocchiali moderni riuscirono ad oltrepassare un albore lattescente sul quale le stelle spiccano più lucenti. La natura stellare di quella debole nebulosità è fortemente indicata ma non si può decidere se essa sia dovuta alla presenza d'innumerevoli piccole stelle frammiste nella medesima alle maggiori, oppure all'indefinito protendersi nello spazio di agglomerazioni stellari.

Meravigliosa è la struttura della Via Lattea: la miglior rappresentazione della parte di essa visibile nell'emisfero settententrionale è quella che il dottore Boedicker ha di recente compiuto a Parsonstown dopo cinque anni di lavoro. Vorremmo ben intrattenerci sulle teorie immaginate a spiegare la conformazione della Via Lattea e dell'universo stellato, al cui studio sì notevole contribuzione apportarono gli astronomi italiani Secchi, Schiaparelli, Celoria; vi ritorneremo altra volta, ora altro è lo scopo nostro.

Per quanto estesa, per quanto cosparsa di stelle ci appaia la regione dell'universo accessibile ai nostri studi; come *un tutto* non *certamente come il tutto*, il

nostro mondo siderale ci si presenta, secondo opinano alcuni, come un tutto immensamente grande ma finito. L'umana ragione, dicesi, sarebbe altrimenti incompetente affatto a trattare l'argomento della sua costituzione: e vi si dovrebbe senz'altro rinunziare. Per quei filosofi che hanno quest'opinione, la probabilità che le dimensioni dell'universo stellato siano finite, e che limitato sia il numero degli astri che vi stanno sospesi, è così grande da raggiungere la certezza.

Siccome non vi è ragione per credere che una plaga dello spazio cosmico debba essere più ricca di stelle che un'altra, se si ammette che lo spazio sia infinito, si deve ammettere che esso sia popolato da un numero infinito di stelle. Queste, distribuite pressochè uniformemente per ipotesi, in tutto lo spazio, vi sarebbero così disposte, che non vi sarebbe punto della sfera celeste sul quale non fosse visibile una stella. In conseguenza di ciò osservano Cheseaux ed Olbers il cielo dovrebbe notte e giorno essere d'uno splendore pari a quello del Sole, che più non si distinguerebbe. Ora siccome ciò non avviene ed il cielo invece che un'uniforme vôlta lucente ne presenta i più varii e stupendi contrasti d'oscurità e di luce, siamo in diritto di chiederci donde ciò proviene. Forse che il numero delle stelle non è infinito? O forse la luce d'innumerevoli fra esse è trattenuta per via da qualche ostacolo che impedisce la sua propagazione e la intercetta e l'assorbe? Forse che limitato è lo spazio, ed allora di necessità è finito il numero dei corpi che contiene, sia pur quello e questo grandissimo?

Sbrighiamoci subito di quest'ultima supposizione. Se lo spazio non è esteso all'infinito, esso è evidentemente limitato. Che cosa lo delimita? Dopo questo limite che cosa vi è? Che cosa è la mancanza dello spazio, il *non-spazio?* La mente umana non può intendere nulla

di ciò, tutto quello è contrario alle leggi cui è soggetta, ripugna al suo essere la limitazione dello spazio; quindi *per noi* ciò è impossibile, non è. Lo spazio per noi non è raffigurabile, non è pensabile se non indefinitamente esteso. Ciò è fondamento intangibile, di tutte le scienze, cardine fondamentale della geometria; che in quest'ultimo secolo ha fatto del concetto matematico degli *elementi geometrici* (punto, retta, piano, circolo) *all'infinito,* come di quello degli *immaginarii,* potente istrumento di generalizzazione e ricerca nei più nuovi e fecondi campi.

Di proposito tralasciamo di accennare alle speculazioni di Zöllner, Fechner, Most, Crookes, Wallace ed altri, sulla delimitazione e forma dello spazio e sulla sua relazione fisico-biologica (??) con quelli che in geometria si chiamano *iperspazii,* e *spazi ad* n *dimensioni* (1). Così tralasciamo di accennare a quelle speculazioni che applicano alle scienze naturali i teoremi sulla curvatura degli spazii e della *geometria non euclidea.* Sarebbe per noi più che temerario il pronunziare intorno a tali studi; certo è però, che, così come sono, non possono entrare nel dominio delle scienze positive; sono dottrine trascendentali discutibili troppo, e che per l'indole loro troppo si allontanano dai limiti in cui deve essere ristretto un articolo di rivista.

Solo non vorremmo che altri si lasciasse adescare

(1) Su questo argomento raccomandiamo caldamente ai lettori, un bellissimo lavoro del professor Enrico d'Ovidio, che in queste discipline ha voce sì meritamente autorevole. In esso, con un paragone felicissimo, si mostra brillantemente e chiaramente, come il dominio geometrico di queste moderne stupende dottrine debba separarsi da quello fisico naturale *(Annuario della R. Università degli Studi di Torino per l'anno 1889-90,* pag. 80*).*

da speculazioni che del rigore matematico non hanno che una superficiale vernice, che facilmente assai si toglie con la pura ma potentissima acqua della matematica vera e del buon senso. Non si sciupino, nè si guastino le stupende dottrine di Bolyai, di Lowbatzewski, di Gauss, di Riemann, di Beltrami. Non voglionsi desse frettolosamente ed a sproposito applicare; le applicazioni verranno a tempo debito; come da ogni verità, l'utile nascerà anche da quelle,che piú che mai, per la natura loro istessa, debbono essere approfondite con intelletto e meditate con amore. Non si fraintendano gli alti dettati delle matematiche, non si trasportino i suoi teoremi in regioni loro estranee e non confacienti. Son dessi preziosi semi fecondi di robusti alberi, producono frutti proficui e sani nel loro terreno; fuori di esso, s'isteriliscono e, coltivati da inesperte mani se pur germogliano, mettono contorti e deformi esili fusti e di fracide e disgustose poma fan risibile mostra i grotteschi rami.

Ed ora vediamo come si risponda alle prime due domande testè fatte. Forse che il numero delle stelle non è finito? Già lo dicemmo, parecchi astronomi accettano come possibile un numero finito di stelle, anche ammettendo la materia infinita in quantità distribuita pressochè uniformemente nello spazio illimitato. Infatti solo una porzione finita potrebbe essersi conglomerata a formare corpi incandescenti; o per altra parte, solo una certa quantità dei corpi formati potrebbe essere incandescente e luminosa. Ciascuna di queste supposizioni appare a quegli eminenti fisici che sono lo Stewart ed il Tait come perfettamente ragionevole e giustificata scientificamente. In generale però gli astronomi sono propensi a non porre limite al numero delle stelle, come non ne attribuiscono allo spazio. Ma se le stelle sono infinite perchè non si

avvera l'ipotesi di Olbers e Chéseaux di una perenne ed uniforme intensa luminosità del cielo?

Hirn, fisico egregio di recente rapito alla scienza, dopo lunga e onoratissima vita, nel suo ultimo notevolissimo lavoro *Constitution de l'Espace Céleste,* dove si occupa della temperatura dello spazio, fa alcune considerazioni sulla reciproca situazione delle stelle nello spazio. Dalle argomentazioni addotte, sebbene Hirn le applichi ad altro, chiaro appare, se non prendiamo abbaglio, come egli creda, che la distribuzione delle stelle, infinite in numero nello spazio infinito, a distanze grandissime l'una dall'altra, sia tale da giustificare l'opinione che in tale distribuzione sia l'origine dell'aspetto variamente luminoso del cielo.

Poichè abbiamo menzionato la temperatura dello spazio celeste, ne giova qui rammentare che in esso regna una temperatura della quale non sappiamo oggidì esistere la minore, e che vien detta quella dello zero assoluto, o meglio dello zero della temperatura assoluta, che si trova a 273 gradi sotto lo zero centigrado. Si può ritenere che, per quanto valgono le cognizioni umane, questo risultato sia esatto, perchè fu ottenuto da scienziati che nelle loro investigazioni partirono da concetti ben differenti. Nessuno degli attuali termometri sarebbe atto a segnare la temperatura dello spazio celeste.

Ed eccoci ora giunti, dopo aver risposto quanto o meglio il pochissimo che se ne sa alle altre due, all'ultima delle domande che testè ci siam fatte. Su di questa ne converrà soffermarci alquanto più.

III.

Esiste dunque nello spazio qualche ostacolo alla integrale trasmissione della luce?

Nella fisica odierna si ammette che la luce sia trasmessa da un mezzo particolare, che vien chiamato *etere*. Orbene, poichè la luce ci giunge dalle stelle, data quella premessa, l'esistenza dell'etere negli spazii interstellari non si può negare.

Le opinioni si dividono poi circa la natura dell'etere, o mezzo trasmettitore del calore e della luce, e sul potere che avrebbe di trattenere queste energie.

Taluni astronomi, prendendo a base certi lavori di Olbers e di William Struve, vogliono che l'etere goda di tale proprietà, e che una certa parte della luce degli astri sia, secondo una legge dipendente dalle distanze loro, assorbita per via assieme al calore che con la luce da essi irradia.

I fisici si accostano in massima parte all'idea, che l'etere, mezzo oltre ogni credere tenue e sottile, sia una *sostanza materiale o corpo*, son parole dell'illustre Clerk Maxweell. I due fisici inglesi Tait e Stewart, che certamente son fra i più insigni, così scrivono: " *Quindi, segue necessariamente che fra il Sole e la Terra vi è qualche cosa capace di movimento e di trasmettere l'energia, e pertanto, dal concetto istesso dell'energia, possedente massa — questo qualche cosa noi consentiamo di chiamare il mezzo etereo* „.

A queste citazioni che esprimono l'opinione comune dei fisici vogliamo porre di fronte alcuni periodi dello Stanley Jevons, fortissimo filosofo inglese.

Noi dobbiamo rammentare che dicendo " tutta la materia gravita, „ noi escludiamo dal termine materia la base delle ondulazioni luminose, che è immensamente più estesa in quantità, ed obbedisce per molti rispetti alle leggi della meccanica. Questa sostanza adamantina appare, per quanto lo si può constatare, essere nelle sue proprietà perfettamente uniforme, quando esiste nello spazio libero da materia. Luce e calore sono da

essa trasmessi in tutte le direzioni con uguale velocità, ed in tutte le parti dello spazio, per quanto l'osservazione ce ne informa. Ma la presenza della materia pesante, modifica la densità e le proprietà del così detto etere in un modo che finora è affatto inspiegato „ (1).

A questa dichiarazione dello Stanley Jevons dà un valore grandissimo il giudizio che del libro che la contiene dà William Kingdon Clifford, matematico inglese eminentissimo, morto troppo presto. “ .... *un uomo eminentissimo, che sì numerosi servizii ha reso all'umanità, il Professore Stanley Jevons, nel suo veramente ammirabile libro “ Principii di Scienza, „ che è semplicemente meraviglioso per il numero degli esempi che illustrano i principii logici, che egli trasse da ogni regione della scienza, e per il piccolo numero di errori che vi s'incontrano* (2).

Nel concetto della materialità dell'etere che taluni si peritano a considerare, per certi rispetti, come un gaz di una densità estremamente piccola, riesce più facile il credere che l'etere possa trattenere, assorbire secondo una legge ora non nota la luce ed il calore degli astri. Ammessa questa proprietà dell'etere, ecco che cosa scrivono Stewart e Tait:

“ *Sarebbe affatto fuori di luogo lo speculare su ciò che avviene della luce così supposta venir assorbita, poichè non abbiamo finora alcuna base sperimentale su cui*

(1) Il professore Lovering ha indicato quanto oscure ed incerte siano le idee degli scienziati intorno all'etere nel suo interessante *Discorso Presidenziale davanti all'Associazione Americana ad Hartford,* 1874. (Nota dello Stanley Jevons). Per alcuni concetti moderni sull'etere vedasi Zanotti Bianco, *L'evoluzione Cosmica della Terra secondo le idee moderne. Nuova Antologia,* 1° marzo 1891.

(2) *Lectures and Essays,* Vol. 1, pag. 217.

ragionare. Ad esempio, noi non abbiamo la minima idea di qual sia l'effetto del cambiamento di temperatura sull'etere luminifero. Noi sappiamo che è praticamente incompressibile; è molto probabile che non possa sensibilmente venir compresso (se è soggetto alla gravità, del che non abbiamo alcuna prova) anche dall'attrazione della massa di tutta la Terra — quantunque, sì grande è l'intensità dell'attrazione molecolare e coesiva, noi possiamo facilmente concepire che nell'interno dei corpi possa essere considerevolmente compresso. E non è improbabile che l'etere, come un tutto, possa avere, in virtù delle sue forze interne, una proprietà (affine, come se fosse, ad una pellicola liquida) tale che l'azione della gravitazione, che appare esistere fra due particelle di materia, possa semplicemente essere il risultato visibile di una tendenza ad un minimo di qualche affezione del fluido in cui esse sono immerse.

" *Si riguardi poi, come vuolsi, l'etere, non vi può essere dubbio, che le sue proprietà sono di un ordine molto più elevato negli arcani della natura che quelle della materia tangibile. E poichè anche gli alti sacerdoti della scienza trovano queste ultime molto al di là della loro intelligenza, eccetto i numerosi ma minuti e spesso isolati particolari, non sarebbe per noi conveniente lo speculare oltre. Basta al nostro scopo il sapere che, a giudicare da quel che l'etere certamente fa, esso sarebbe enormemente più capace di quanto nessuno abbia finora osato prevedere* ".

Siano quali si vogliano le proprietà dell'etere e la natura sua, per noi viventi è il veicolo della divina luce e del benefico fecondo calore. L'etere, mezzo ammirabile che a noi svela le incomparabili bellezze dell'universo, dalle sfere gigantesche che si librano nei cieli, alle languide tinte delle variopinte rose; dal niveo biancheggiar dei gioghi alpini, al cupo azzurro dei

marini abissi; dall'igneo fulgor del lampo al guardo innamorato della nostra donna. L'etere stupendo trasmettitore del calore, che la vita rinnovella, ed i poveri morti conforta nella tomba d'un tepido raggio e d'olezzanti fiori. Benedetto sii tu, misterioso, sublime messaggero di bellezza e di vita! Cercala tu, pel costellato spazio, etere onniveggente, la sorella mia: dille che di lei la sconsolata famiglia ognor favella in pianto. Il saluto a lei porgi dei genitori suoi, del fratel suo, che per la notturna serena aura tranquilla, fra i dorati astri del cielo, col memore pensier spazia e ritrova, sull'ali della luce, i trascorsi con lei giorni felici!

La proprietà che, secondo alcuni, avrebbe l'etere di trattenere una data porzione della luce si esprime dicendo che esso non è perfettamente trasparente. Ciò torna quanto dire che una parte dell'energia radiante e termica che l'etere serve a trasmettere e propagare è assorbita per essere poi — e questo, già lo accennammo con Stewart e Tait, è campo ancor buio e controverso assai — o dispersa in tutte le direzioni o trasformata in altra forma d'energia (1).

(1) A questo proposito ne piace qui trascrivere una opinione, degna di molta meditazione espressa da un valorosissimo astronomo. " Noi stessi che pur viviamo in un secolo non senza ragione detto della critica, abbiamo le nostre frasi fatte, frasi a stampa che ogni giorno udiamo e leggiamo, frasi che affermano più di quanto si può dimostrare, delle quali pochi pensatori solitari e senza seguito osano dubitare, e per le quali andranno maravigliati i critici avvenire, la frase per dirne una, e per non uscire dal campo fisico, che afferma essere la luce, il calore, il magnetismo, l'elettricità forme diverse di manifestazioni di uno stesso agente materiale ". *La Terra Astro dell'universo*, Conferenza di Giovanni Celoria; Milano, 1888.

Hirn nega recisamente l'esistenza di una proprietà dell'etere, che vuole non sia per nulla materiale. Secondo l'Hirn nello spazio stellare manca assolutamente qualsiasi gaz o materia diffusa e nessuna traccia di luce o di calore può essere trattenuta per via, qualunque sia la distanza che ci separa da una stella. Esiste, secondo questo eminente fisico svizzero, un mezzo diverso da qualsiasi *materia* che egli chiama *Agente dinamico, Agente intermediario, Agente di relazione*. Sarà, dice Hirn, una delle grandi conquiste della scienza il determinare se il mezzo interstellare è complesso o semplice; egli si mostra propenso ad ammetterlo complesso. L'opinione di Hirn è accettata anche da Miss Clerke nel suo pregevolissimo lavoro sui sistemi delle stelle. Quest'opinione troviamo ancora manifestata a pag. 297, del già citato lavoro *Constitution de l'Espace Céleste*. " J'ajoute, que s'il existait un milieu capable d'absorber la plus faible trace de lumière, ce milieu aussi *réfracterait* la lumière, en changerait la direction, partout où sa densité serait autre, partout où il se déplacerait, si peu que ce puisse être: les Etoiles changeraient par suite de position les unes par rapport aux autres. Or, d'une part, il est inadmissible que la densité d'un milieu capable d'agir de la sorte soit la même partout; d'autre part, nous n'apercevons cependant aucun déplacement quelconque de cette nature. Nous sommes donc par une autre voie amenés à rejeter encore une fois l'existence d'un milieu qui puisse absorber ou réfracter la lumière des Etoiles ".

Non sappiamo come meglio chiudere questa rapida esposizione circa la questione dell'essere la luce delle stelle trattenuta, o no, dal mezzo propagator di essa, che riportando una stupenda pagina dall'insigne nostro Schiaparelli, in sul finire di una sua classica memoria

Sulla distribuzione apparente delle stelle visibili ad occhio nudo.

" Che lo spazio celeste non sia dappertutto egualmente trasparente, è per sè cosa probabilissima. Qualunque sia la natura del meccanismo che trasmette le ondulazioni luminose, nulla ci obbliga a supporre che la sua capacità di trasmissione sia dappertutto uguale (1). Nè alcun ostacolo vi sarebbe a supporre che in certe regioni ella sia minore, od anche che la possibilità di trasmissione cessi affatto (2). È un caso identico a quello della propagazione del suono nell'atmosfera, la quale nel senso orizzontale deve riguardarsi come indefinita, mentre nel senso verticale è rapidamente affievolita e da ultimo annullata quando si giunge ai limiti dell'atmosfera stessa.

" Qualche maggiore difficoltà presenta la supposizione, che il meccanismo propagatore delle vibrazioni luminose non operi intieramente senza perdita di energia, o diremo più esattamente, senza trasformazione di una parte dell'energia vibratoria in qualche altra cosa equivalente. Il che in sostanza ritorna a supporre, che

(1) Discutendo i valori trovati da Struve e da Lœvy per la costante dell'aberrazione della luce il signor Mascart scrive: " Doit-on conclure que la lumière a la même vitesse dans toutes les régions de l'espace? C'est là une induction probable, mais qui n'est en définitive qu'une hypotèse..... Si donc on raisonne en toute rigueur, la portée des expériences directes et des observations astronomiques au point de vue de la vitesse de la lumière, doit être restreinte à l'espace parcouru par la Terre „ (*Bulletin astronomique*, febbraio 1892. Nota di O. Z. B.)

(2) Questa è l'opinione svolta dal prof. Filopanti nell'opera intitolata *L'Universo*, vol. III, p. 1 e seguenti. Vedi altresì le sue *Lezioni d'astronomia*, 1877, p. 534. (Nota di G. V. Schiaparelli).

l'intensità decresca alquanto più rapidamente di quello che porterebbe la legge inversa del quadrato. Zöllner (1) obbietta a questo proposito che l'assorbimento d'energia supposto dovrebbe tradursi in una grande elevazione di temperatura, equivalente in senso meccanico all'energia di radiazione perduta. Tale argomento suppone che l'assorbimento sia operato da un mezzo materiale, cioè insomma da un etere sottile godente le proprietà della materia ordinaria. Ma al loro etere, per renderlo atto alle sue funzioni, i fisici sogliono attribuire tali qualità straordinarie ed incomprensibili, che si può bene ancora aggiunger l'altra di trasformar l'energia vibratoria perduta in qualche altra cosa, senza aumento di temperatura. O per parlare più sobriamente: essendoci affatto ignoto il meccanismo che trasmette la luce sotto forma di moto ondulatorio, non si può negare la possibilità che una porzione dell'energia di tal moto venga resa latente ed immagazzinata in qualche modo per essere restituita a suo tempo sotto altra forma. E forse alcuno potrebbe vedere qui la chiave segreta della restituzione di tanta energia radiante che in apparenza va perduta senza effetto conosciuto e trovare qui la soluzione dei dubbi che diedero origine alla teoria solare di Siemens.

" La riflessione di Zöllner sarebbe applicabile quando si volesse supporre nell'etere un gaz ordinario estremamente rarefatto, come alcuni hanno voluto. Ma di un tal mezzo assorbente l'esistenza è già senz'altro smentita dallo spettroscopio. Infatti se fosse qualche cosa di reale, e potesse produrre nella luce stellare una estinzione apprezzabile, dovrebbero negli spettri delle stelle apparire le righe oscure di questo mezzo

(1) *Natur der Cometen*, 1872, p. 310-311 (Nota di G. V. Schiaparelli).

con tanta maggiore intensità quanto più la stella è lontana, e quanto più forte è l'assorbimento. Dovrebbe insomma osservarsi quello che avviene per le righe atmosferiche di quegli spettri, le quali tanto più appaiono frequenti e larghe, quanto più grande è il tratto d'atmosfera traversato, e la luce da essa assorbita „.

E questo fia suggel ch'ogni uomo sganni.

IV.

Partendo dall'ipotesi che il meccanismo trasmettitore della luce e del calore non si estenda all'infinito, ma sia circoscritto in una certa regione dello spazio, un grande fisico inglese, il Macquorn Rankine, ha formato una curiosa ipotesi sulla riconcentrazione dell'energia nell'universo stellato. Questo alto soggetto si collega strettamente con quanto venimmo fin qui discorrendo, è pressochè sconosciuto al pubblico Italiano, e non fu che adombrato nelle parole dello Schiaparelli testè citate; ci dian venia i benevoli lettori, se da tante ragioni ci lasciamo indurre dunque a dirne brevemente in quel più chiaro modo che per noi si potrà.

Il Rankine dunque vuole che in una regione dello spazio (quella nella quale sta l'universo che noi osserviamo) esista un meccanismo propagatore della luce, e che manchi fuori di quella. Il Rankine non dice se egli creda che oltre la regione da lui considerata, ve ne siano altre pur fornite di meccanismo propagatore della luce, dalla prima divise da chiazze vuote così che anche quel mezzo vi manchi. Egli considera il nostro firmamento stellato come un tutto e di esso si occupa.

Secondo Rankine il *mezzo materiale* che esiste fra i corpi celesti è perfettamente trasparente e diatermane, vale a dire incapace di convertire il calore e la luce dalla forma di energia raggiante alla forma fissa o conduttibile. Da ciò deriva che quel mezzo interstellare non deve possedere temperatura di sorta e deve dare intiero e libero passaggio all'energia raggiante. Così pure, già lo dicemmo, conclude l' Hirn dalle sue recenti indagini, e la sua opinione suona al certo fra le più degne di rispetto e di attenzione.

In un lavoro pubblicato nel 1852, William Thomson (ora Lord Kelvin) ha fatto vedere, che se non fallano le nostre cognizioni, nello stato attuale del mondo conosciuto esiste una tendenza verso la conversione di tutta l'energia fisica nella sola forma di calore.

D'altra parte il calore tende a diffondersi uniformemente per irradiamento e per conduzione fino a che la materia abbia preso la stessa temperatura. Secondo Thomson, esiste dunque, per quanto noi conosciamo lo stato attuale dell' Universo, una tendenza verso una condizione nella quale tutta l'energia fisica sarebbe allo stato di calore, e questo calore diffuso per lo spazio infinito così che tutta la materia sarebbe alla temperatura medesima. Questo principio fu dal Thomson chiamato della *dissipazione dell'energia* (1). Vi sarebbe così il fine di ogni trasformazione di energia o fenomeno fisico, vere stando le leggi della natura quali le conosciamo in ogni istante del tempo ed ovunque nello spazio, ed a meno dell' intervento di potenze o di agenti a noi ora completamente sconosciuti.

---

(1) Su questo argomento vedasi un importante articolo del Thomson nel fascicolo di marzo 1892 nella *Fortnightly Review. The dissipation of energy.* Lord Kelvin.

Se ora questo calore, che la fisica vuole sia prodotto da certe vibrazioni dell'etere, nel suo progressivo irradiamento per lo spazio, giunge all'estremo limite di quella regione in cui sta l'etere, che dopo quel limite cessa, dice Rankine, esso non potrà più continuare a diffondersi. Giunto a quell'ultimo confine, il calore sarebbe inviato indietro integralmente, subirebbe cioè una riflessione totale, e finalmente riconcentrato in giganteschi centri di calorico e di luce. In ciascuno di questi centri o fuochi, l'intensità del calore potrebbe pensarsi tale che se una stella spenta, che abbia raggiunto lo stadio di massa fredda ed inerte, vi passasse nel corso dei suoi movimenti, essa sarebbe volatilizzata e risolta nei suoi elementi: si ricostituirebbe così una riserva di potenza chimica, alle spese d'una quantità equivalente di calore raggiante.

Così (benchè per quanto noi possiamo vedere del mondo conosciuto, la sua condizione sembri tendere continuamente verso una diffusione uniforme di tutte le energie fisiche, sotto forma di calore raggiante, nonchè verso l'estinzione delle stelle e la cessazione di tutti i fonomeni) noi intravediamo tuttavia, per l'Universo quale esiste attualmente, la possibilità che esso possegga i mezzi di riconcentrare le sue energie fisiche rinnovellando la sua attività e la sua vita. Giacchè, per quanto ci consta, questi fenomeni opposti possono manifestarsi nel medesimo tempo, e taluni degli oggetti luminosi, che noi discerniamo nelle regioni remote dello spazio potrebbero essere non stelle, ma fuochi nell'etere interstellare.

Tale l'ipotesi di Macquorn Rankine sulla riconcentrazione dell'energia dell'Universo. Ad essa si possono fare serie obbiezioni, pur ammettendo, il che non è facile, ma concepibile, la limitazione del meccanismo propagatore della luce, e il che lo è assai di più, la

sua perfetta trasparenza pel calore e per la luce. Così pare troppo misterioso il modo in cui l'energia raggiante sarebbe riflessa e riconcentrata in determinati giganteschi fuochi. L'esistenza di corpi in moto si ritiene incompatibile colla premessa di un completo equilibrio delle forze cosmiche. E finalmente, se tutti questi dubbi potesseso essere risolti, l'intenso calore centrale menzionato sarebbe una impossibilità. Questo fatto fu particolarmente studiato da Clausius, che vuole sia in opposizione ad una delle leggi fondamentali della termodinamica, ed i suoi ragionamenti, sebbene forse non assolutamente ineccepibili, son degni di studio e meditazione.

Sull'ipotesi di Rankine, crediamo utile il tradurre qui quanto scrisse il prelodato Stanley-Jevons.

“ Questa è senza dubbio una mera speculazione praticamente incapace di verifica coll'osservazione, e quasi libera da restrizioni indicate dalle conoscenze attuali. Noi possiamo attribuire varie foggie al mezzo adamantino (1), e le conseguenze ne saranno varie. Ma in queste speculazioni vi è questo di buono che esse attirano l'attenzione sulla limitatezza delle nostre conoscenze. Noi non possiamo negare la possibile verità di una tale ipotesi, nè possiamo porre un limite all'immaginazione scientifica nel costrurne delle altre simili. Egli è, infatti, impossibile il protrarre le deduzioni scientifiche nostre senza cadere in speculazioni. Se il calore è irradiato all'infuori verso lo spazio, esso deve, o progredire all'infinito, o deve venir arrestato in qualche luogo. Nell'ultimo caso noi cadiamo sull'ipotesi di Rankine. Ma se l'universo materiale con-

(1) Secondo lo Stanley Jevons il *mezzo adamantino* è il *mezzo materiale* che serve negli spazi interstellari a trasmettere il calore e la luce.

siste di un complesso finito di materia riscaldata, situata in una porzione finita di un infinito mezzo adamantino, allora o quest'universo deve essere esistito per un tempo finito, od altrimenti durante l'infinito tempo passato deve essersi raffreddato indefinitamente presso allo zero assoluto della temperatura. Io obbiettai all'argomento di Lucrezio contro la distruttibilità della materia, che noi nulla affatto sappiamo delle leggi secondo le quali, essa soffrirebbe la distruzione. Ma noi conosciamo le leggi secondo le quali la dissipazione del calore sembra avvenire, e la conclusione inevitabilmente è che un corpo materiale finito riscaldato, posto in un mezzo infinitamente esteso e perfettamente freddo, in un tempo infinito si abbasserebbe allo zero della temperatura. Ora il nostro proprio mondo non è ancor raffreddato sin presso lo zero, cosicchè la scienza fisica sembra porci nel dilemma di ammettere, o la limitatezza dell'esistenza passata del mondo, od altrimenti la circoscrizione della porzione di mezzo in cui noi esistiamo. Nei due casi noi veniamo ad avvolgerci in difficoltà fisiche e meccaniche oltrepassanti i nostri poteri mentali „.

Al dottissimo dottor Günther l'ipotesi del Rankine pare degna di molta attenzione, e forse alcun che d'importante potrebbene ancora derivare dal suo confronto colle idee del Wundt sul problema cosmogonico.

È strano, e questo sia detto di passata, che alla riconcentrazione dell'energia raggiante dipartitasi da una data stella, si arriva, senza limitare il mezzo adamantino, partendo dall'ipotesi puramente geometrica che il nostro spazio possegga una curvatura sferica.

Ad ogni modo, che che ne sia di questi elevatissimi pensamenti, che altri potrà chiamare, come ben disse il D'Ovidio dei nuovi concetti geometrici, fantasticherie ma non follie, in noi rimane saldo il convincimento,

già espresso da Kant verso la metà del secolo scorso e che lo Spencer fonda su basi *a priori*, che le attività di un morto universo possano venir rinnovate.

V.

Se dunque l'etere non trattiene per via porzione alcuna di luce, non potrassi spiegare l'oscurità del cielo, che col concetto non chiaramente espresso dall'Hirn, del quale già dicemmo, nell'ipotesi, ben inteso, più accreditata oggidì, dello spazio illimitato e di un numero infinito di stelle librate in esso ed immerse in un infinito mezzo trasmettitore della luce? Saran dunque vere le parole che il Renan scriveva a Berthelot? *Nous sommes surs que, entre nous et les astres les plus éloignés, il n'y a aucun corps opaque, aucun écran.* Di corpi opachi grandi e piccoli che possano intercettare la luce, lo spazio è certo popolatissimo, quale ne sarà l'effetto sulla luce che proviene dai più lontani lucenti astri? Ecco come a questa domanda risponde lo Schiaparelli nel lavoro suo più sopra ricordato.

" Ma lasciando il terreno sdrucciolevole delle ipotesi, considererò piuttosto una causa *vera* d'assorbimento, una causa, la cui esistenza è indubitabile: parlo della materia, che sotto varie forme è sparsa negli interstizi delle stelle. Parlo della materia delle comete, e specialmente delle loro code, sulla cui dispersione nello spazio ben pochi dubitano ancora: materia questa che sappiamo riflettere, almeno in piccola quantità, la luce del sole, e che quindi indubbiamente oppone qualche ostacolo anche a quella delle stelle. Parlo delle stelle cadenti, di cui tanta parte nel passare vicino ai pianeti è deviata in orbite iperboliche e relegata nello spazio

indefinito. Forse anche si potranno aggiungere i meteoriti, la cui velocità d'arrivo sulla terra, secondo l'opinione di persone competenti, non si può spiegare se non supponendo che ci vengano con grande velocità propria dalle regioni delle stelle. Veramente alcuno potrebbe riguardare l'esistenza di tutti questi corpi come speciale al sistema solare, e ricusarsi ad ammettere che la loro frequenza sia negli spazii interstellari la medesima, che nell'immediata vicinanza del Sole. Ad ogni modo è interessante ricercare quale quantità di simile materia si dovrebbe supporre per ottenere un sensibile assorbimento nella luce delle stelle „. Dopo ciò il grande astronomo nostro si occupa di tale ricerca e termina nel modo seguente il suo magistrale lavoro:

" Niente d'impossibile dunque si trova nell'idea, che la materia sparsa negli spazii interstellari giunga a produrre una estinzione apprezzabile nella luce delle stelle, e specialmente delle più lontane. Così possiamo spiegare l'oscurità del fondo del cielo senza essere costretti a mettere un limite qualsiasi al numero delle stelle ed allo spazio da loro occupato: e possiamo ad un tempo astenerci dal far congetture sulla natura e sulla distribuzione locale del così detto etere luminifero „.

Con quest'opinione dello Schiaparelli, s'accordano meravigliosamente le ipotesi meteoriche sull'origine dei mondi del Winchell e del Lockyer, delle quali diremo più innanzi, e che, quali furon formulate dal Lockyer, sembrano aver avuto bella conferma dai fenomeni osservati sulla nuova stella, che negli ultimi mesi s'accese e spense nella costellazione dell'*Auriga*.

1892.

SIRIO

. . . . . . a pien veder non vale
L'anima afflitta, e mesta
Gli alti segreti su che 'l ciel nasconde.
(*Mad. Alla filosofia. Della Consolazione della Filosofia* di SEVERINO BOEZIO, traduzione del VARCHI).

I.

Fra le stelle che la serena notte ne mostra, Sirio è la più brillante: la sua luce è bianca con tendenza all'azzurro. Dagli antichi scrittori non appare che i nostri lontani avi la vedessero come noi. Tolomeo chiama Sirio " rossa ardente „ ; Seneca, " più rossa di Marte „: Orazio, " rossa canicola „ e la fa tipo del calor dell'estate, e Cicerone nella sua traduzione di Arato parla della luce rossa di essa. È però assai probabile che il color rosso di Sirio, così proclamato dagli antichi, sia dovuto a qualche errore di un copista di Tolomeo, propagatosi di poi fra gli scrittori successivi. Incontestabilmente ora Sirio è bianca, e solo fra i vapori dell'orizzonte presenta delle vivaci pulsazioni rossastre a quelli dovute; forse si fu pensando ad esse che Sully Prudomme scriveva:

Rendant sa flamme primitive
À Sirius, des nuits vainqueur,
Fais-en la pourpre encore plus vive
Avec tout le sang de mon coeur! (1)

---

(1) SULLY PRUDHOMME, *Sursum corda.*

e Tennyson dettava i versi:

The fiery Sirius alters hue
And bickers in to red and emerald (1):

e forse da quelle apparenze furono indotti in errore i vecchi autori. Il signor See ha or non è molto pubblicato un lavoro dottissimo sulla storia del colore di Sirio. Egli istituisce un esame critico degli autori antichi (Omero, Esiodo, Euripide, Apollonio Rodio, Arato e le sue differenti versioni, Teone, Gemino, Eratostene, Igino, Orazio, Virgilio, Manilio, Seneca, Columella, Sesto Pompeo, Tolomeo) che hanno parlato di Sirio. La conclusione di tale studio è che, nell'antichità, Sirio era incontestabilmente rosso (2).

Sirio è una stella doppia: già Peters ed Auwers avevano istituito calcoli sull'ipotesi emessa da Bessel nel 1844 che questa stella avesse un compagno, e la posizione precisa di questo fu poi assegnata da Safford nel 1861. Queste deduzioni teoriche ebbero ben presto dall'osservazione intiera sanzione. La sera del 31 gennaio 1862 a Cambridgeport nell'America del Nord, il celebre costruttore di lenti Halvan Clark stava col figlio provando il telescopio di diciotto pollici (3) destinato all'Osservatorio di Chicago. Il cannocchiale era dal figlio Clark rivolto a Sirio, quando il pratico giovane scorgendo qualche cosa di nuovo disse: “ guarda, padre, la stella ha un compagno „. Il padre verificò

(1) L'ardente Sirio muta tinta e si cangia al rosso e allo smeraldo.

(2) Aggiunto nel 1896.

(3) In astronomia *telescopio di un dato numero di pollici* significa un cannocchiale la cui lente obbiettiva (quella che è rivolta verso le stelle) ha per diametro quel dato numero di pollici inglesi. Il pollice inglese è pari a centimetri 2,54 in cifre rotonde.

l'affermazione del figlio e trovò il satellite di Sirio nella posizione predetta per quell'epoca dalla teoria, della quale i Clark erano affatto ignari.

Sirio non è la sola stella doppia *fisicamente*. Si dicono *doppie fisicamente* quelle stelle che sono tali per vincoli d'attrazione, così da costituire un sistema, e non solamente per causale posizione in cielo: queste ultime diconsi *doppie otticamente*. Si constata poi che una coppia di stelle appartiene all'una classe piuttosto che all'altra, dal paragone di misure della posizione relativa delle due componenti fatte ad epoche differenti: se la situazione delle due stelle rimane invariata si ha un sistema *doppio otticamente*, in caso contrario *doppio fisicamente*.

La prima stella doppia fu scoperta a Bologna nel 1650: essa è quella che gli Arabi chiamano " Mizar " (*ζ Ursæ Majoris*), il cavallo di mezzo del *Gran Carro:* nel decimosettimo secolo ne vennero trovate altre quattro da Hooke, Huygens, da un missionario francese in Siam e da Richard a Pondichery rispettivamente. Da quell'epoca in poi il numero delle stelle doppie fisicamente è andato crescendo via via col perfezionarsi dei cannocchiali. William Struve lasciò un catalogo di 3112 stelle doppie fisicamente, ma oggi se ne contano più di 7000. Il senatore Schiaparelli all'osservatorio di Brera in Milano ne misurò ben 465 dal 1875 al 1885: ad altre misure sta ora attendendo. Il P. Secchi studiando il numero delle stelle doppie fisicamente giunse alla seguente conclusione: *almeno una terza parte delle stelle visibili in cielo sono congiunte fra loro con fisico legame; e forse non sarebbe esagerato il dire una metà*. Col grande equatoriale dell'osservatorio Lick in California si possono *separare*, cioè vedere doppie quali sono, stelle le cui componenti distano fra loro angolarmente di 0,16 secondi d'arco.

E si pensi che una distanza angolare, da stella a stella, dieci volte maggiore di questa cioè di 1,6 secondi, corrisponde a quella di un capello umano tenuto ad 11 metri di distanza dall'occhio (1). Quella prima distanza è la minima alla quale si possono discernere separate le componenti di una stella doppia, ma per nulla la minima possibile in natura. È quasi certo che innumerevoli stelle che, sia per la loro enorme distanza da noi, sia per la prossimità delle componenti, dovranno apparirci semplici sempre, sono tuttavia composte. Così che di ogni stella, come di ogni *elemento chimico,* noi dobbiamo dire, non che essa è indivisibile, ma che non fu ancora divisa. Nello studio delle stelle doppie non troppo vicine (non più di 3″ forse) la fotografia porterà certo col tempo grandi vantaggi.

Il compagno di Sirio è una pallida e piccola stella gialla quasi perduta nell'irradiazione fulgente del suo grande vicino: essa è un oggetto così difficilmente ora osservabile, che soli pochi dei migliori telescopi del mondo possono mostrarlo, e le sole osservazioni recenti sono state fatte col gigante fra i cannocchiali moderni, quello dell'osservatorio Lick in California, dall'astronomo signor Burnham. Il passaggio della piccola componente del sistema di Sirio al punto della sua orbita più prossimo alla maggiore componente (passaggio al periastro) è calcolato pel 1896: passeranno quindi ancora parecchi anni prima che le due stelle si separino d'alquanto, alla nostra vista, l'una dall'altra.

L'osservatorio Lick, dal quale il signor Burnham osservò il compagno di Sirio, è collocato sul monte

---

(1) Bessel e Listing adottano per lo spessore del capello umano un quindicesimo di millimetro, cioè millimetri 0,0667.

Hamilton in California a 1850 metri d'altezza sul mare. Il cannocchiale a rifrazione e montato equatorialmente (munito di congegni, operanti così che il cannocchiale tien dietro al movimento diurno della sfera celeste) che quell'osservatorio possiede, è, se non andiamo errati, il massimo fra gl'istrumenti che esplorano oggidì il cielo; esso ha una lunghezza di circa 17 metri, mentre la lente rivolta verso gli astri (obbiettivo) misura in diametro ben 91 centimetri (1). Il signor Lick, generoso fondatore di quell'osservatorio, è seppellito nelle fondazioni dell'enorme telescopio, e si è così innalzato un monumento al certo nobile e sublime quanto le piramidi dei Faraoni.

Il caso della scoperta del compagno di Sirio, fatta prima colla teoria e poi dall'osservazione, è molto istruttivo e torna conto fermarvici alquanto, tanto più che a ben chiarirlo ne occorre toccare di alcuni interessanti fenomeni di astronomia stellare.

Le considerazioni che indussero Bessel a pensare che Sirio avesse un satellite, gli furono suggerite dall'aver constatato che il moto proprio di Sirio era diverso da quello che le osservazioni di taluni fenomeni ed il calcolo gli assegnavano. Or bene, che cosa è il moto proprio di Sirio? È desso un fenomeno isolato particolare a questa brillantissima fra le stelle, oppure lo si riscontra anche in altre?

In tutta l'antichità l'immobilità delle stelle, l'immutabilità del cielo erano ritenute come indiscutibili, quali inconcusse verità. Le stelle si chiamavano *fisse* per eccellenza, ed anche ora si dicono tali, per distinguerle dai pianeti il cui movimento sulla sfera celeste

(1) Esso è ora superato da quello dell'osservatorio Yerkes di Chicago, che ha un obbiettivo di qualche cosa più di un metro di diametro. — Nota del 1896.

è sì facilmente avvertibile. Giordano Bruno fu il primo a scorgere, coll'immaginazione divinatrice, le stelle in moto. Dopo di lui, in un'opera intitolata “ *Oculus Enoch et Eliae* „ pubblicata dal P. Schyrlaus nel 1645 troviamo scritto: “ Le stelle potrebbero avere dei loro movimenti proprii, che l'enormità della loro distanza c'impedirebbe di constatare „.

Halley nel 1718, paragonando le sue osservazioni colle posizioni delle stelle date dal catalogo di Tolomeo (I° sec. a. C.), trovò che tre fra le principali avevano certamente cambiato di posto dai tempi d'Ipparco: da quell'epoca questi cambiamenti di sito furono nettamente constatati in molte stelle. Gli spostamenti trovati avevano per le varie stelle grandezze e direzioni varie; essi non potevano pertanto venir attribuiti a lente variazioni dei punti o cerchi fondamentali ai quali gli astronomi riferiscono gli astri per fissarne la posizione, ed era giuocoforza accettarli come *movimenti proprii* delle stelle, fino allora ritenute *fisse*. Vedendo che molte stelle si muovevano nello spazio, nacque il dubbio che anche il nostro Sole, che è pur esso una stella, possedesse un tal movimento. Bradley, Lambert, Prevost, Mayer, Fontenelle, W. Herschel ed altri grandi astronomi moderni, come Bessel, Biot, Lindenau, Gauss, gli Struve, Argelander, Olbers, Galloway, Plana, si occuparono di questo alto problema. Dai loro studi risultò che tutte le stelle posseggono, oltre al movimento proprio, un moto apparente comune, dovuto ad una reale traslazione del Sole. Riuscirono per di più a determinare verso qual regione del cielo il Sole cammina seco trascinando col legame dell'attrazione il suo corteo di pianeti: questa regione è, secondo un recentissimo computo del signor Lewis Boss, situata in un punto della costellazione d'Ercole, che ha per

ascensione retta gradi 280 e per declinazione boreale gradi 40.

Poi riaperto il vol, esco dai mondi
Ove domina il Sole: e lui che immoto
Credeva, trascinar miro in arcana
Fuga il corteggio delle serve sfere
Verso la via dell'Ercole celeste.

(Aleardo Aleardi — *L'immortalità dell'anima*).

Si cercò di calcolare la velocità di questo moto traslatorio del Sole, ma a null'altro si giunse che a sapere che essa deve essere notevole; così ignoriamo ancora se la via battuta dal Sole per gli spazi celesti sia retta o curva.

Mädler emise l'idea (1847) che la stella *Alcione* della costellazione delle Plejadi (Le Gallinelle) fosse l'astro centrale intorno al quale il nostro Sole percorresse un'orbita curvilinea, impiegando per compiere una intiera rivoluzione ben 180 milioni d'anni. Quest'ipotesi, quasi fantastica, è ora del tutto abbandonata, tanto più dacchè Kowalski ha scoperto che essa è affatto arbitraria.

Nel 1877 Maxwell Hall fu indotto a credere che il Sole ed un certo numero di stelle descrivano delle orbite a un dipresso circolari intorno ad un punto nella costellazione d'Andromeda, con una rivoluzione di circa venti milioni d'anni.

Bessel, datosi a studiare Sirio, cominciò per sceverare negli spostamenti constatati di essa, quella parte che poteva provenire dal moto del Sole, e poi pensò, che se Sirio fosse stata sola, il rimanente moto proprio (in quanto concerne la variazione di luogo sulla sfera celeste) doveva apparire diretto sempre pel medesimo verso, mentre che essendo invece nettamente ondulatorio (un'ondulazione di circa mezzo secolo),

doveva avere per compagna una massa attraente che produceva colla sua azione le irregolarità osservate.

Per molti anni gli astronomi non si credettero giustificati nell'ammettere che un corpo così debolmente luminoso come l'astro prima visto da Alvan Clark potesse avere tal massa da far deviare in qua ed in là il cammino diretto di Sirio: i fatti hanno provato che ciò che sembrava improbabile è invece la realtà. La piccola stella veduta per la prima volta a Cambridgeport si è, durante ormai ventotto anni, conformata con tal fedeltà all'orbita teorica del corpo perturbatore di Sirio, che non vi è più dubbio sulla loro identità. Il sistema doppio così costituito è notevolissimo. Il suo membro principale è un corpo lucentissimo in proporzione della sua massa: il componente secondario è un corpo di massa sproporzionatamente grande rispetto alla sua luce. Sirio splende come diecimila e gravita come due dei suoi compagni. Fra quei due astri vi deve quindi essere un'enorme disparità di temperatura e probabilmente una corrispondente differenza di densità media. Stando ai calcoli recenti di Gore il compagno di Sirio gli gira attorno in 58 anni e mezzo, ad una distanza media di circa ventidue volte quella della Terra dal Sole.

Per giungere a questi risultati era necessario riconoscere la legge d'attrazione che governa il moto di quei lontani astri e la distanza loro da noi. Era presumibile che quella legge fosse quella della gravitazione universale scoperta da Newton e che presiede ai movimenti dei pianeti, delle comete e della Terra intorno al Sole: i lavori di Enke, Savary, John Herschel lo provarono, dimostrando, come fu anche fatto in vari modi di poi, che ciascuna stella componente un sistema doppio percorre un'ellisse di cui un fuoco è il centro di gravità del sistema.

Se là nella lontana etra pur regna la suprema legge che governa il nostro mondo fisico, che ne sarà delle leggi cui soggiace il mondo morale? È nota lassù l'invidia? Vi è costante l'amore? Od è fatale che signoreggi ovunque la tirannia del dolore e che sia d'ogni essere vivente crudel retaggio il pianto?

Con osservazioni di natura delicatissima si giunse poi a determinare l'immenso tratto di spazio che separa Sirio dalla Terra. Ora si sa che la luce impiega otto anni per venire da Sirio a noi. Il numero che esprime in metri (l'unità di lunghezza di cui generalmente si ha la più esatta idea) la detta distanza è di diciassette cifre e non ci dà alcuna idea netta; di quella distanza ci rendiamo assai meglio conto prendendo per unità di misura lo spazio percorso dalla luce in un minuto secondo. Per venire dal Sole alla Terra la luce impiega 8 minuti e 13 secondi circa, e poichè, come si disse, Sirio dista dal suo compagno, ventidue volte la distanza media della Terra dal Sole, la luce di Sirio impiegherà per arrivare al pesante suo satellite circa tre ore.

Alla distanza di Sirio il nostro Sole apparirebbe come una stella di terza grandezza. Un agglomerato di sessantatre dei nostri Soli formerebbe appena l'emissione luminosa di quella lucentissima fra le stelle, la cui energia d'attrazione è però solo due volte quella che governa il sistema solare nostro.

II.

Abbiamo già accennato al moto proprio di Sirio, in causa del quale vanno lentamente alterandosi la sua ascensione retta e la sua declinazione (1), moto che

---

(1) L'*ascensione retta* e la *declinazione* sono due numeri dedotti dall'osservazione che servono a fissare la posizione

si fa manifesto collo spostamento della stella lungo un circolo massimo della sfera celeste. Lungo quel cerchio Sirio si sposta in un anno di 1,31 secondi d'arco, il che colla distanza ammessa corrisponde ad una velocità al minuto secondo di circa sedici chilometri. Questo movimento di Sirio è già liberato da quello che alla stella proviene da quello del Sole: il numero dato è *moto proprio, motus peculiaris* nel vero senso della parola, ben inteso per quanto è possibile nello stato attuale della scienza il fare tale separazione.

Ma il *moto proprio stesso* non è, a quel modo che a noi si presenta, se non il moto reale della stella visto in proiezione sulla sfera celeste. Una stella può sembrar priva di moto proprio, solo perchè il suo moto reale si fa lungo la visuale; mentre gli spostamenti di altre sembrano grandi, perchè perpendicolari o quasi alla visuale, e sono così completamente adatti a produrre moti proprii apparenti facilmente misurabili. Ma nell'estimo dei moti lungo la visuale, ove impotente è l'osservazione col telescopio, giova l'analisi spettrale e quel maraviglioso istrumento che è lo spettroscopio, coll'applicazione di un principio dovuto a Doppler e Fizeau e poi applicato da Secchi, Huggins, Christie, Miller, Langley, Young e da altri, e più recentemente da Vogel a Potsdam con bellissimi risultati.

Questo metodo consiste nel dedurre il moto verso

---

di ogni stella in cielo, a quel modo medesimo che la longitudine e la latitudine servono a stabilire il sito dei punti del globo terracqueo. L'ascensione retta si misura (in arco o tempo) sull'equatore celeste a partire dall'equinozio di primavera, la declinazione sul meridiano celeste che passa per la stella, a partire dal suo punto d'incontro coll'equatore.

la Terra o di allontanamento da essa dalle variazioni che si avvertono nella posizione delle linee dello spettro prodotto dalla luce della stella. L'entità delle dette variazioni è molto piccola, ma nel caso di talune stelle bastante però a permettere di stimare all'ingrosso la velocità colla quale esse si allontanano o s'avvicinano a noi.

La giustezza di questo metodo è bellamente attestata da osservazioni sul Sole. A volta che nel suo moto di rotazione il Sole accosta a noi il suo lembo orientale, mentre quello occidentale s'allontana, si avverte una corrispondente differenza fra gli spettri dei due lembi, differenza che misurata dà per la velocità di rotazione del Sole sopra sè stesso un numero, praticamente coincidente con quello che si ottiene per altre vie.

Secondo le prime ricerche di Huggins, tenendo il debito conto del moto di traslazione della Terra, Sirio si allontana da questa di 43 chilometri al minuto secondo. Di poi questo moto andò rallentandosi finchè nel 1884 si constatò che la stella veniva verso noi, e 13 notti di osservazioni a Greenwich diedero al signor Maunder una velocità media di 35 chilometri. Fin dal 1872 Huggins aveva supposto, che i fenomeni di moto presentati da Sirio, potessero essere la conseguenza della sua circolazione in un'orbita. Fra qualche anno saremo chiariti sulla realtà di questo moto oscillatorio di Sirio, sul quale recentissime osservazioni degli astronomi di Greenwich sembrano aver gettato qualche dubbio, sebbene alcun che d'analogo si dubiti avvenga per la stella Procione, che al pari di Sirio, ha dalla teoria assegnato un compagno oscuro o poco luminoso, che però finora non fu mai visto.

Applicando alcuni suggerimenti di Lockyer, il signor Deslandres dell' Osservatorio di Parigi trovò pochi

mesi or sono che il moto di Sirio relativo alla Terra si faceva con una velocità di 19 chilometri al minuto secondo. Ma siccome al momento dell'osservazione la terra si muoveva verso Sirio con una velocità di 20 chilometri al secondo, così risulta che Sirio allora si accostava a noi di un chilometro circa al minuto secondo. Dalle più recenti ed esatte ricerche di Vogel, sullo spettro di Sirio fotografato, pare risultare che essa si avvicina alla Terra di circa 8 chilometri al minuto secondo.

L'osservazione diretta degli spostamenti delle linee dello spettro di una stella è irta di difficoltà e di incertezze, le contraddizioni e forse gli errori non mancano sulle conseguenze ricavate da essa. L'applicazione della fotografia riuscirà a superare molti ostacoli, specialmente coll'uso dell'apparato spettrografico impiantato da Vogel a Potsdam nel 1888; battendo questa via si giungerà certo fra non molto a risolvere molte questioni riguardanti il moto proprio delle stelle. Ogni scoperta in questo ramo dell'astronomia, sarà una conferma di quanto Lambert lasciò scritto nelle sue *Lettere cosmologiche:* " Nessun punto dell' universo rimane neppur per un istante in un riposo assoluto „ (1).

E tutto splende, e tutto danza in quella
Festa dei cieli, e tutto fugge a volo,

ALEARDI.

Nell'universo, per l'etra, nella nube, nel mare, entro le viscere della Terra, fra le fibre e le cellule dell'essere nostro, nei petali dei fiori, sull'ali dipinte delle farfalle, nell'innamorato sguardo della nostra donna, tutto è moto, turbinìo, cozzar perenne di particelle,

(1) *Kosmologische Briefe*, 1761, p. 134.

di atomi vibranti in ciclo interminato, senza sosta nessuna, senza posa, senza fine. Fremono nell'animo nostro passioni indomite, ardono desiderii immensi che delude, col freddo riso dell'inevitabile fato, l'impassibile forza delle cose. S'accendono nel cuore nostro vampe di carità sublime, fiamme di cocenti affetti, e mentre il pensiero, sulle ali della scienza, a più pura e quieta sfera anelando, vola pei campi infiniti del firmamento; la speranza, se non la fede, ne addita nel più sereno lembo del cielo, una tranquilla stella, ove s'asconde, gemma incomparabile che il mistero della morte e dell'eternità difendono, la bionda compagna dei giovani nostri anni, orgoglio e conforto ai diletti parenti, la dolce, l'adorata sorella. Oh! con lei rivivere tra il babbo e la mamma un'ora sola, una sola ora della gaia giovinezza!

But Ah! what once has been shall be no more! (1).

III.

Esaminata collo spettroscopio Sirio ci dà un'immagine colorata che appartiene alla prima fra le classi in cui il P. Secchi divise gli spettri delle stelle da lui studiate. Al P. Secchi spetta il merito di aver pel primo eseguito un rilievo spettroscopico del cielo, lo seguirono con ottimo successo Huggins, Miller, Düner, Vogel ed altri. Più di 4000 stelle furono dal Secchi passate in rivista e classificate per rispetto alle qualità diverse della loro luce; a lui è dovuta la classificazione delle stelle in quattro tipi ben netti per

---

(1) Ma ah! Ciò che fu una volta non sarà più! LONGFELLOW: *The Jewish Cemetery at Neuport.*

rispetto allo spettro, modificata di poi, ma nei suoi tratti generali confermata dalle scoperte anche più recenti. Non v' ha dubbio che questa distinzione spettrale corrisponda a spiccata differenza di condizione fisica.

Al primo, che vien detto tipo di Sirio, appartengono le stelle che ad occhio appaiono bianche o azzurre, quali Sirio, Vega, Castore, Markab ed altre moltissime che costituiscono più della metà delle stelle visibili.

Lo spettro di Sirio e delle altre stelle della sua classe è pressochè continuo, vi si vedono pochissime linee: sono però molto spiccate quelle corrispondenti all'idrogeno; appena sensibili, per contro, quelle dovute ai metalli sodio e magnesio. La presenza dell'idrogeno nell'atmosfera incandescente di tali astri è stata confermata in modo notevole dalla fotografia dei loro spettri ottenuti dal dottore Huggins. Su queste fotografie e nella regione dello spettro invisibile all'occhio, e che si manifesta solo chimicamente, si scorgono delle righe che coincidono con talune dello spettro fotografato dell'idrogeno prodotto artificialmente. L'aspetto sfumato di talune di queste linee è indizio di elevatissima temperatura e di grande densità nell'atmosfera idrogenata delle stelle di questo primo ordine.

Tutti questi bei fatti, queste curiose scoperte sono presto enunciati, non altrettanto presto vi si giunge. Sono necessari per arrivarci, oltre a dottrina molta ed ingegno penetrante, istrumenti potenti e costosissimi, abilità ed attitudine speciale al loro maneggio, laboratorii ed osservatorii comodi e ben provveduti, atmosfera purissima e molto tempo: come si vede, un cumulo di condizioni non troppo facili a verificarsi contemporaneamente. In Italia il P. Secchi ebbe nella

spettroscopia seguaci valorosi, il Tacchini ed il Riccò; ma scarseggiano i mezzi, e le difficoltà finanziarie in cui versa il nostro paese sono al giorno d'oggi le peggiori nemiche delle ricerche sperimentali, e, dopo il Secchi, poco o nulla si fece fra noi in linea di spettroscopia siderale.

Sirio è, al pari di tutte le altre stelle, chiamata un Sole, ed il nostro Sole non è che una stella a noi più vicina: Sirio, infatti, al pari del nostro Sole, brilla di luce propria, ma sull'origine di questa luce poco sappiamo. Lo spettroscopio ne ha mostrato che nell'atmosfera di Sirio abbonda l'idrogeno, e l'estensione dell'immagine spettrale verso il violetto attesta che l'astro, o per lo meno il suo involucro gazoso, deve trovarsi ad una temperatura elevatissima. Sirio, Vega e le altre stelle del loro tipo sono nello stato attuale della scienza ritenute come molto più calde di quelle appartenenti alle altre classi. Alcuni vollero vedere in quel fatto un carattere di relativa giovinezza di quegli astri rispetto agli altri, i cui spettri notevolmente differiscono dal loro. Ma su ciò ne conviene soffermarci alquanto. La questione dell'età relativa delle stelle è moderna affatto, e si connette intimamente coll'istoria passata ed ai futuri destini di quei lontani Soli, all'*evoluzione siderale* cioè, come fu chiamato questo nuovissimo e sì attraente ramo della filosofia naturale.

Naturalmente, parlando di *età* delle stelle, non s'intende parlare di un dato numero di anni trascorsi dalla loro formazione, no, ma unicamente si mira a decidere se un dato astro si sia formato prima d'un altro. Nell'istoria dei mondi attraverso allo spazio infinito, i mesi, gli anni, i secoli, non hanno più significato; negli annali dell'universo le epoche si scrivono a milioni d'anni, le nostre unità di tempo si perdono nell'immensità.

Il primo germe dell'evoluzione siderale lo troviamo nei lavori di quel sommo inglese, che fu William Herschel. Là, nei climi del nord, verso la metà del diciottesimo secolo, appare la grande e potente figura di quest'uomo insigne. Un uomo, che, incamminato per una carriera modesta e differente al tutto da quella che doveva condurlo alla gloria, forma da sè la sua educazione scientifica, fabbrica gl' istrumenti e crea i metodi per le sue osservazioni, un uomo che fa da solo un numero di scoperte mirabili, atte a dar fama non ad una, ma a dieci esistenze elettissime, e cui fu dato, ben legittimo compenso, di vedere fra i suoi contemporanei il suo nome divenire come simbolo dell'astronomia, e le sue idee accolte come veri pronunziati della scienza istessa.

Fra gli immensi lavori di Herschel, non toccheremo che di quelli concernenti le nebulose, perchè si è dalle conclusioni, che egli ne dedusse, che l'idea di evoluzione penetrò in cielo.

Herschel scoprì, da solo, la massima parte delle nebulose, che, vapori pallidamente luminosi, biancheggiano negli insondabili abissi del firmamento; ne trovò scoperte da 70 ad 80, e ce ne lasciò 2500. Il signor Javelle astronomo all'osservatorio di Mont-Gros presso Nizza, col magnifico cannocchiale di quell'istituto ha scoperto settecento nebulose nuove. Il signor Spitaler a Vienna ne vide 62 pure nuove. Stephan, Swift, Barnard vanno pure annoverati fra i più fortunati scopritori di nebulose.

Nel campo di visione di un forte cannocchiale, appaiono in una notte serena numerose stelle lucide sul fondo nero del cielo, ma il bujo fondo non è uniforme: l'occhio pratico dell'osservatore scopre in talune regioni deboli e diffuse luminosità, che per anni ed anni non lasciano scorgere mutamento alcuno. Non vi può

essere illusione, irresistibilmente si conchiude che quell'oggetto celeste è un ammasso di qualche vapore o gas splendente. Questo è il tipo più semplice di nebulosa, è caratterizzato da una debolezza estrema, e sembra composto di materia della massima tenuità. Altra volta, invece, appare nel telescopio una stella ben definita e brillante, circondata da un'aureola luminosa più o meno estesa. Fra questi due tipi estremi, Herschel pensò potessero interporsi, come anelli di una non interrotta catena, le nebulose, che presentano nuclei in ogni gradazione di splendore o di condensazione, dalla luminosità più diffusa alla stella vivida e netta. Si fu l'intuizione di questo, che condusse sir William Herschel alla teoria dell'aggregazione siderale, la cui idea fondamentale è che le nebulose ci presentino delle stelle, dei mondi in via di formazione.

Le nebulose apparivano ad Herschel quali vaste masse di vapori luminosi. Questo vapore raffreddandosi gradatamente veniva poco per volta a condensarsi in una o più stelle. Quando si venne a classificare le nebulose, quasi si credette di avere sott'occhio nelle varie classi, i vari stadî di quel processo di condensazione che nella debole e pallida nebulosa era incipiente, mentre era progredito in altre, per raggiungere un più completo grado in quelle nebulose a nucleo stellare ben definito.

Quando in una folta selva noi scorgiamo l'alta ed annosa quercia, che per secoli forse resistette salda alle urlanti raffiche del vento ed all'infuriar dell'uragano, nessun dubbio ci assale che quell'albero maestoso e robusto non fosse un dì una pianticella sottile, cresciuta man mano fino a quella matura superba altezza. Pur tuttavia nessuno seguì mai una quercia nel suo sviluppo, la vita è a ciò troppo breve. Ma noi crediamo che la quercia che ci sta dinanzi ricca di fronde

e d'ombra, passò per tutte le fasi di un graduale accrescimento, perchè siamo famigliari con quercie d'ogni età e dimensione, dall'esile e flessibile fusto che zefiro incurva, al poderoso e centenario veterano che aquilone furente scuote, ma non piega. Si fu per un analogo ragionamento, che Herschel dalle nebulose che egli aveva scoperte potè assurgere alle vedute sull'origine delle stelle che delineammo poco più sopra.

La vita dell'uomo non è assai lunga, potrebbe anche non esserla quella dell'uman genere, per assistere allo svolgimento che dalla nebulosa conduce, per successive incessanti condensazioni, ad un corpo solido. Ma passando in rassegna l'una dopo l'altra le nebulose che la notte ne svela, l'astronomo pensa riconoscere in esse i vari stadî intermedi fra la nebulosa originale e la forma finale: egli è così indotto a credere che le nebulose passino col volger dei tempi attraverso a quelle fasi. Si fu così che Herschel accettò l'opinione che le stelle — alcune, molte o tutte — originarono ciascuna da quel che fu una nebulosa tenue e diffusa.

Tali stupende speculazioni cattivano l'immaginazione, ma non possono però ancora annoverarsi fra gli asserti indiscutibili dell'astronomia. I posteri lontani potranno forse trovare per questo argomento quell'evidenza che a noi manca: la nostra conoscenza delle nebulose è troppo recente. Non vi è durata lunga abbastanza da permettere accertamenti di mutazioni, giacchè il vero studio delle nebulose, non incomincia che col catalogo che ne pubblicò Messier nel 1771.

Dai tempi di Herschel in poi si son, per fermo, ottenuti da accurate osservazioni, esatti disegni delle nebulose, ma le prime osservazioni eran troppo imperfette e corto troppo è l'intervallo che le più recenti da quelle separa, perchè si possa investigare con qualche accuratezza un qualsiasi possibile mutamento.

Anche in questo ramo dell'astronomia la fotografia sarà un ausiliario potentissimo; a mezzo di essa già si accertarono variazioni in talune nebulose. Così da fotografie della grande nebula d'Andromeda prese il 1° novembre ed il 9 dicembre 1890 risultò a Roberts l'esistenza in quella d'un nucleo stellare, che non era stato scorto nelle prime fotografie del 1885. Se la specie umana durerà ancora per molti secoli, se la scienza avrà ancora attrattive per gli uomini, e se quei venturi nepoti serberanno memoria dei lavori degli avi loro, la teoria di Herschel avrà forse dai fatti evidente conferma.

Che che sia per divenirne, la portata dell'ipotesi d'Herschel è sin d'ora lunghissima: ed invero, essa ci mostra i mondi in formazione continua; il che, se sconvolge molte idee che han tuttavia corso sull'origine dell'universo, allarga ad immensi confini il nostro concetto del creato, sia qualunque il punto di vista filosofico o religioso nel quale ci poniamo. Certo non si vuol vedere in quella una dottrina che senza eccezione s'applichi a tutti gli astri che popolano il cielo, chè anzi vi sono taluni fatti d'analisi spettrale che impongono una grande prudenza. Ma basta, che quella teoria sia vera nei suoi tratti generali; basta come non è dubitabile, che molte stelle si sian formate per via di condensazione, perchè essa conservi una importanza grande come guida nelle ricerche cosmogoniche.

Come si passa ora dalle speculazioni d'Herschel all'*età* relativa delle stelle? Quali criterii varranno a farci conoscere quale fra le stelle si è formata prima, quale poi? Quali caratteri ci faranno distinguere se un astro abbia raggiunto o no il massimo di condensazione; se nel naturale svolgimento delle sue vicende sia ancora in via di formazione, e se nell'orbita a lui prefissa dalle grandi leggi dell'universo sia nel ramo

ascendente o discendente, come sorgente di luce e di calore? Poichè, è chiaro, nello stato attuale della scienza, considerando le stelle come *soli,* per analogia col nostro e colle funzioni che esso compie nel sistema planetario di riscaldare cioè e di illuminare, per tacere di altre meno evidenti, noi diciamo che una stella o sole dello spazio ha vita come tale finchè illumina e riscalda. Diciamo che un astro è in via di progresso, finchè la sua luce ed il suo calore sono in aumento, ritenendo che s'incammini al regresso ed al deterioramento, quando quelle sue potenze vanno scemando. Ciò posto si adottò per criterio nel giudicare dell'età di una stella rispetto ad un'altra la maggiore o minore loro temperatura, e si chiamò più giovane quella che ai nostri istrumenti si disvela più calda. Con ciò viensi ad ammettere in modo generale, che a parità di circostanze, quando un sole è formato, più la sua temperatura sarà elevata, più efficacemente adempirà alle funzioni d'astro raggiante, e più lunga sarà l'èra durante la quale le compirà. È vero bensì, che la costituzione fisico-chimica dei corpi celesti ci è poco nota per poter vedere con non troppa incertezza, applicando ad essi le verità della scienza attuale, per quali vicende giunsero allo stato in cui ci si mostrano, ed a quali future sorti saranno chiamati: pur tuttavia, non potendo ora far di meglio, si accetta l'idea che l'età di una stella è legata alla temperatura della materia onde consta.

Ora la temperatura di un corpo celeste si manifesta a noi pei soli caratteri dello spettro, questa vaga striscia variopinta che ci classifica, ordina e separa l'assieme dei raggi che l'astro ci invia, e sulla quale noi leggiamo, per ora più o meno nitidamente, la natura chimica del corpo, il suo stato fisico, il suo moto lungo la visuale, come già dicemmo.

Se un corpo fosse riscaldatissimo ma non incandescente, il suo spettro paleserebbe questa circostanza col mancare di quei raggi che ci dànno la sensazione della luce. Ma giungendo all'incandescenza, appaiono i raggi luminosi o fotografici, chè, se essa s'accentua ancora, lo spettro s'arricchisce dalla parte del violetto, il che è sempre indizio d'un'elevatissima temperatura. Più ancora s'aumenterebbe il violetto al crescere della temperatura ed i raggi invisibili che lo seguono diverrebbero più abbondanti. Con una specie d'astrazione, si può persino arrivare a concepire un corpo portato ad una temperatura tale, da non emettere che quei raggi invisibili situati oltre il viola, che l'occhio non percepirebbe più, e che solo sarebbero fatti manifesti dalla fotografia, la fluorescenza o gli apparecchi termoscopici. Così, nella scala crescente delle temperature, il corpo dapprima non è visibile, lo diviene poi, e cessa di nuovo d'esserlo, per l'eccesso stesso di quella.

Lo spettro ripercuote fedelmente queste gradazioni in tutti i loro particolari. Appoggiandosi a questi dati si conchiude che una stella, o per dir meglio i suoi involucri esterni irradianti, stanno a temperatura tanto più elevata, quanto più ricco in raggi violacei ne sarà lo spettro.

Ora fra le stelle del cielo, la massima parte mostra come Sirio e Vega spettri ricchi molto in raggi violacei; esse vengono pertanto ritenute più calde, più giovani delle altre, negli spettri delle quali i raggi violacei van facendosi scarsi, fino a mancare quasi completamente, il che sarebbe, secondo quanto si disse, indizio di un raffreddamento e di una condensazione molto progrediti. In questo modo di vedere questi astri non potrebbero più avere come *soli* lunga esistenza. Ci è ignoto se quei *soli* spenti siano, nella ca-

ligine dello spazio, destinati ad altre missioni che a quelle perdute d'illuminare e scaldare. A questi differenti stadi di evoluzione corrisponderebbero le classi fissate dal Secchi per gli spettri delle stelle; ad essi corrispondono pure assai bene i colori delle stelle. Quelle bianche, come Sirio e Vega, son più calde di quelle, come il nostro Sole, gialle, che, come voleva lo Zöllner fin dal 1865, sono al pari di quelle rosse, stelle bianche caldissime variamente raffreddate. Il Vogel, malgrado le opposizioni del D'Arrest, accettò nel 1874 le idee di Zöllner e ne fece la base della sua classificazione, che oggi ha corso nella scienza.

Così, come avviene pel ferro, che arroventato al bianco fulgente, passa raffreddandosi pel giallo, l'arancio, il rosso, il rosso cupo e l'oscuro, avverrebbe pei *soli* nella loro esistenza come astri luminosi.

Nell'innumerevole famiglia delle stelle, quelle bianche con Sirio e Vega sarebbero i *giovani;* sarebbero più avanzate in età, cioè sorte prima all'esistenza come *soli*, le stelle analoghe al nostro Sole; mentre poi le stelle rosse con spettri a colonna ci rappresenterebbero i membri anziani di quella, declinanti rapidamente verso una totale estinzione.

Questa è a grandi tratti l'*evoluzione siderale,* come la intesero Düner e gl'altri già menzionati e come l'espose il Jansen, nel suo discorso letto alla seduta pubblica annuale delle cinque Accademie, che compongono l'Istituto di Francia, il 25 ottobre 1887 in Parigi. Dottrina seducente senza dubbio, imponente, ma che va accolta con molta riserva come un'ardita sintesi, un audace tentativo, avviamento a più concrete speculazioni, fondate su osservazioni più lungamente durate, e con grande acutezza e cura discusse.

Ad ogni modo non può non osservarsi che la precedente teoria che si fonda sulla classificazione di

Vogel non tocca per nulla dei *soli* in via d'accrescimento, non come masse o volumi, ma come sorgenti di luce e di calore. Ignorando il ramo ascendente del cammino percorso da ogni corpo condensantesi ed irradiante, quella teoria non considera che la seconda metà dell'esistenza di un astro, quella del suo deterioramento. L'astro fu seguito dal suo massimo di luce sino all'offuscamento per incipiente solidificazione, ma nessun concetto fu esposto sui suoi modi d'essere nelle fasi attraversate per giungere dalla algida e sfumata nebulosa al colmo di rovente splendore. Tuttavia l'affinità nebulare di talune stelle bianche, accertata di recente colla fotografia, ha dato un parziale, ma saldissimo appoggio alle vedute di Vogel, così da portarle ad un altissimo grado di probabilità. Ciò che ad esse mancava fu apportato dall'*ipotesi meteorica* dovuta a quell' insigne astronomo inglese, che si è il Lockyer. Il dottor Scheiner astronomo tedesco, giudicò questa ipotesi con severità, notando come ad essa contraddicano taluni fatti conosciuti. Ma quale è, fra le ipotesi cosmogoniche, cui non si possa ciò rimproverare? L'ipotesi nebulare stessa di Kant e Laplace, sull'origine del sistema solare, ora sì generalmente ammessa, sta contro a non pochi fatti, e molti lascia oscuri affatto.

Nè ciò deve meravigliare quando si pensi che malgrado stupendi ed improbi lavori, sussistono tuttodì nella meccanica celeste dei fenomeni che la stessa legge matematica della gravitazione universale lascia non chiariti: in ogni ramo poi dello scibile più i misteri abbondano che le verità scoperte. *Causa latet, res ipsa notissima.*

Sarebbe quindi prudenza il limitarci nelle nostre investigazioni alla indagine dei fatti ed alla spiegazione piana di essi, senza voler assurgere a teorie im-

plicanti una qualsiasi ipotesi sull'origine e causa prima delle cose, che per sempre rimarranno ignote agli uomini. Ma come soffermarci sulla soglia, mentre una forza misteriosa ne sospinge e ne sprona ad ogni ora a varcarla, per sollevare quell'impenetrabile velo che nel più lontano e segreto santuario dell'augusto tempio ricopre, inviolato ed inviolabile, l'eterna sublime verità?

Weh dem, der zu der Wahrheit geht durch Schuld,
Sie wird ihm nimmermehr erfreulich sein.

(SCHILLER: *Das verschleierte Bild zu Sais*) (1).

IV.

Veniamo ora all'ipotesi meteorica di Lockyer, che in molti punti concorda con quella dell'americano Winchell, di recente rapito alla scienza. Il pensiero del Lockyer fu quello di riportare ad una medesima origine tutti i corpi celesti: egli ce li presenta tutti come derivanti dall'agglomerarsi nello spazio di frammenti metallici e rocciosi, quali i meteoriti che spesso cadono sulla Terra. Da ciò la possibilità di produrre quell'evidenza sulla quale Lockyer appoggia le sue vedute, evidenza che consiste in un certo numero di coincidenze apparenti, spettroscopiche, fra raggi caratteristici delle stelle e delle nebulose, ottenute portando all'incandescanza elettricamente delle particelle di meteoriti vaporizzate. Ma tale coincidenza si dichiarava esplicitamente solo approssimata, ed era di con-

(1) Guai a chi va alla verità per mezzo della colpa. Essa non sarà per lui mai consolante. (SCHILLER *L'immagine velata di Sais*).

seguenza ammissibile come suggestione, non come dimostrazione.

Le conclusioni generali del Lockyer si possono così riassumere. Tutti i corpi celesti, luminosi di per sè, sono composti di meteoriti variamente aggregati ed a varii stadi di temperatura, derivanti dalla frequenza e violenza dei loro urti. Le stelle del tipo di Sirio e del nostro Sole si originano dalla completa vaporizzazione di quei meteoriti. Queste stelle — i soli veri *soli* — ripeterebbero l'elevatissima loro temperatura dalle velocità perdute dalle originali miriadi di particelle, cozzanti e riunite a formarle dal potere preponderante della gravità.

Le particelle, i frammenti metallici, si verrebbero formando a mezzo di un " processo di rappigliamento ", per cui da qualche sostanza di una tenuità inconcepibile, si verrebbe prima coagulando una polvere infinitamente fina, che poi darebbe corpo e sostanza ai detti frammenti.

La classificazione che il Lockyer fa dei corpi celesti, può sussistere però anche da sè, indipendentemente dalla sua ipotesi meteorica: quella si regge sola come un completo schema d'evoluzione celeste. Le vicende stellari vi son seguite, oserei dire, dalla nascita alla morte: e ci vien detto come per incessante condensazione si formi dalla nebulosa, prima una stella costituita, come Sirio, essenzialmente di gas, da questa quelle del tipo di Betelgueux con spettri a colonne, che divengono poi astri analoghi al nostro Sole, dai quali emergono poi grado grado di nuovo soli analoghi a Sirio. Qui cessa il periodo crescente d'ogni astro, il massimo di temperatura è raggiunto, incomincia l'èra di raffreddamento. Lo stato iniziale di questa è rappresentato da un secondo gruppo di oggetti celesti, come il nostro Sole e la stella *Capella*,

distinto dal primo del periodo ascendente, per la circostanza, che ora si va perdendo, mentre prima s'acquistava calore. La condizione più bassa, immediatamente anteriore alla solidificazione ed all'oscurità, è rappresentata da quelle stelle in cui si constata la presenza del carbonio, che il Secchi chiamò " stelle carboniose ".

Sull' ipotesi del Lockyer, che lo spazio e l' indole di questo scritto appena ci consentirono, si può dire, di menzionare, ne piace qui riprodurre quanto ne scrisse l'eminente astronomo Giovanni Celoria, pensatore profondissimo (1). " L'ipotesi del Lockyer e la sua classificazione spettrale dei corpi celesti, ha sulle anteriori di Secchi e di Vogel il vantaggio di essere più generale. Mentre questi si limitavano amendue alle pure stelle, essa abbraccia tutti i corpi del cielo, nessuno escluso. Neppure essa però vuol essere ritenuta definitiva. Si tratta di un argomento in cui i fatti certi raccolti sono finora pochi, in cui minori ancora sono le possibili affermazioni sicure ed incontestabili. Nuovi fatti osservati, fatti antichi meglio osservati, paragoni più estesi ed illuminati da una critica acuita dalle maggiori cognizioni che l'esperienza d'ogni giorno porta seco, possono modificare profondamente questa ed altre classificazioni ".

Sulle vette dei monti nelle isole dell'Arcipelago Greco, i sacerdoti spiavano un dì in cielo il sorgere di Sirio col Sole, per offrire sacrifizi all'astro, implorandone venti propizii ai naviganti. Noi oggi, più nulla offriamo a Sirio, e nulla gli domandiamo se non il mistero dell'essere suo: nulla chiediamo all'egizio antico Soti, se non che ci sveli colla passata sua istoria gli arcani dello spazio ove si libra e del glorioso suo splendore. Ma indifferente passa la divina stella pel

---

(1) *Annuario scientifico industriale*, XXVI, 1889, p. 26.

cielo; le nostre inchieste, i nostri dolori non cura: corre in sua fatal carriera alla meta remota che Dio solo conosce, nè d'altro le cale.

Pur forse un giorno quest'astro splendido e fulgentissimo diverrà oscuro, buio corpo vagante per l'etra. Sole spento, stella senza luce volerà per gl'interminati campi del firmamento, chi sa, forse a formare nuovi e più magnifici mondi, ove senza separazione e senza oblìo, benedetta d'amore e di pace s'effonda sorridente la vita.

1892.

UNA STELLA NUOVA

Par leurs merveilleuses découvertes, les savants ont donné bien des *comment*, ils n'ont pas donné un seul *pourquoi*.

MELCHIOR DE VOGÜÉ.

I.

Gli astronomi chiamano *nuova* una stella, che in un dato istante essi vedono in cielo per la prima volta, là ove precedentemente nulla avevano osservato.

Di stelle apparse dove prima nulla scorgevasi, se ne noverano parecchie. La prima di cui si abbia notizia, fu vista nella costellazione dello Scorpione 134 anni avanti Cristo: l'ultima è quella che, scoperta verso il finire del 1891, s'accese nella costellazione dell'Auriga e si spense, o quasi, or son pochi mesi. Si badi che le parole *s'accese* e *si spense* sono relative ai fenomeni luminosi da noi osservati, e non implicano per nulla una qualsiasi ipotesi sulla causa loro.

Il 1° febbraio 1892, il dottor Copeland, direttore dell'Osservatorio astronomico di Edimburgo, ricevette una cartolina postale non firmata, la quale gli annunziava che una nuova stella era visibile nella costellazione dell'Auriga. La sera, il dottor Copeland constatò esatto l'asserto dell'anonimo e ne telegrafò ai principali Osservatorii del mondo la notizia, affinchè il nuovo astro potesse essere studiato con tutti i mezzi possibili. E così fu; ed il 26 aprile del corrente anno, lo si

osservò ancora all'Osservatorio Harward a Cambridge negli Stati Uniti d'America, estremamente scemato di splendore, fra le più piccole stelle visibili.

L'anonimo corrispondente del dottor Copeland si chiarì poi essere il signor T. D. Anderson, residente in Edimburgo, che vide la stella fin dal 23 gennaio, ma tardò a segnalarla, per essere ben certo della sua affermazione.

Come si potè affermare che l'astro segnalato dal signor Anderson era una *stella nuova,* cioè non vista prima d'allora? Cercando se gli atlanti e le carte celesti ne dessero notizia o ne portassero indicazioni. Queste indagini diedero risultato negativo; onde si concluse che quella stella, la quale per il suo splendore non poteva esser sfuggita agli astronomi, si mostrava allora per la prima volta in cielo.

Che cosa sono le carte, i cataloghi celesti? Qualche cosa d'analogo alle carte ed ai dizionarii geografici: ma spieghiamoci meglio, poichè essi rappresentano una notevolissima somma di lavoro materiale ed intellettuale accumulatasi durante molti secoli e degna della più alta considerazione.

Gli antichi astronomi intesero quanto fosse necessario, e per le applicazioni e per l'astronomia stessa, il poter determinare le posizioni delle stelle in cielo. Per far ciò, pensarono di rifenirne il luogo a determinati cerchi della sfera celeste, per modo che, misurati certi angoli per ogni stella, fosse sempre possibile per mezzo di essi ritrovarla e distinguerla da tutte le altre. Questo procedimento è seguito anch'oggi, facilitato e reso preciso assai dai progressi della meccanica e dell'ottica: esso però costituisce sempre una delle più delicate operazioni dell'astronomia, della quale è base e cardine fondamentale.

Conosciuti gli angoli che fissano la posizione di una

stella in cielo, con metodi semplici di calcolo e di disegno, si portano sulla carta per formare gli atlanti ed i globi celesti: registrandoli accanto al nome, o numero, o lettera che in ciascuna costellazione corrisponde ad ogni singola stella, si hanno i cataloghi; che portano altresì la data e l'epoca precisa nella quale furono compilati.

Ipparco compose un catalogo, e Plinio la chiamò impresa degna d'un nume; di poi se ne vennero formando molti altri. Al giorno d'oggi, riunendoli tutti, si hanno le posizioni di circa settecentomila stelle, delle quali però molte ripetute: l'Italia vi figura con poche migliaia, nei cataloghi di Piazzi, di Santini, di Respighi.

Dacchè il progredire dei procedimenti fotografici permise in questi ultimi tempi di ottenere belle e nitide immagini dei corpi celesti, si pensò di utilizzarli per la formazione di carte e di cataloghi di stelle piccole. Si vuole così fare di nuovo e su più vasta scala quel che quattordici osservatori, collaborando coll'Argelander, ottennero nella famosa *Durchmusterung*, ove son rappresentate ben trecentoventicinquemila stelle. Coi nuovi processi costringonsi le stelle medesime a dipingere la loro immagine sulle lastre di vetro preparate. Le posizioni però delle stelle maggiori dovranno sempre essere determinate mediante l'osservazione diretta, come quelle che sono fondamentali, cioè debbono servire di punti fissi ben determinati, cui si possano riferire le posizioni di tutte le altre stelle, per le più delicate ricerche dell'astronomia.

La formazione di un catalogo è una delle più utili operazioni astronomiche, ma richiede tempo, buona volontà, costanza. Non si ottiene con tal lavoro rinomanza e molto meno popolarità, bensì si rende un vero servizio alla scienza: ciò ben sanno coloro, e son pochi davvero, che si dedicano a questo ramo del sapere.

S'adoprano fiduciosi, animati dalla più viva passione per la ricerca del vero; ignorati, oscuri proseguono per il loro cammino, non troppo allegro, sicuri che dalle fatiche loro ritrarrà vantaggio l'astronomia, la scienza loro diletta, e per essa il progresso vero della civiltà. Molti pensano che la vita dell'astronomo sia una vita contemplativa, di lunghe ed oziose meditazioni, di divagazioni senza fine pei campi del cielo, di fantasticherie quasi, ed è invece tutto il rovescio: essa è quanto di più sistematico, di più positivo, nel senso buono della parola, si possa immaginare. Le osservazioni assorbono le notti serene e parte dei giorni, il resto di questi s'impiega in calcoli laboriosi e tediosi. È vanto fra i più puri del genio umano, la scoperta delle leggi colle quali da lunghe ed aride file di cifre si assurge alle verità più inconcusse e mirabili.

Talvolta, nella specola tranquilla, rivolgendo al cielo il cannocchiale, al ritmico oscillare del pendolo a secondi, qualche improvviso pensiero assale l'astronomo, *insetto dell'atomo errante,* come lo chiamava il Praga. Pensiero che non è di cifre, nè di congegni o d'istrumenti, ma son ansie, son inchieste pungenti, che suscita in lui il pur consueto spettacolo del firmamento stellato; e anch'egli, l'astronomo, l'uomo dei numeri domanda allora alle stelle impassibili, dove, dove alberghi la pace agognata, che invano si cerca dagli uomini. Ma son pensieri brevi, fugaci, che son cacciati via subito come importuni, senza troppo indugiarvisi. La stella che si vuol osservare, s'accosta al meridiano, e fa duopo di tutta l'attenzione per notarne il passaggio dietro i fili di ragno tesi nel cannocchiale. Le ansiose domande, i dubbi tormentosi svaniscono, e l'astronomo, in tutta la poesia della sua scienza, fatto d'ogni altra cosa incurante, ad orecchio o col cronografo registra gli istanti voluti. Opera, che par facile e non è; modesta, ma che

cogli anni produrrà suo frutto meglio e più di tante altre che son strombazzate e premiate, e che pur lasciano di sè, per dirlo col poeta, tal vestigio qual fumo in aere od in acqua schiuma.

Dal paragone di cataloghi fatti in epoche differenti si dedussero nozioni capitali e fatti meravigliosi della meccanica celeste, e tutta l'astronomia è una conferma di ciò: a noi qui basta ripetere che con essi si constata se una stella è o non è nuova.

II.

La più antica stella comparsa d'improvviso, di cui rimanga memoria nelle nostre tradizioni, è, come già dicemmo, quella che brillò 134 anni avanti Gesù Cristo, ai tempi d'Ipparco, e che a detta di Plinio, determinò questo sapiente dell'antichità a fare il catalogo sopra ricordato, a fine di lasciare ai posteri una memoria, se mai anche le stelle dette fisse fossero soggette a moti e sparizioni.

Un'altra non meno famosa fu quella che comparve improvvisa l'11 novembre 1572 ai tempi di Tycho Brahé, nella costellazione di Cassiopea e che destò ammirazione grandissima. La sua comparsa, dicesi, fu così repentina che quel celebre astronomo ne fu prevenuto dalla popolazione di Knudstrup, vicino al monastero di Harridavad, ove egli osservava. Ma prima di Brahé la vide Lindauer a Winterthür il 7 novembre 1572, e Maurolico a Messina, ne cominciò uno studio sistematico l'8 novembre dell'anno medesimo. Splendette come Venere per 17 mesi e dopo essersi colorata successivamente in bianco, giallo, rosso e poi di nuovo in bianco, sparì del tutto nel marzo 1574, o

almeno non ne rimase che una traccia minima, la quale non può identificarsi rigorosamente con nessuna delle esistenti per le imperfezioni delle antiche determinazioni. Tuttavia, alla distanza di un minuto in arco dal luogo indicato da Tycho, quale fu calcolato dall'Argelander, il D'Arrest trovò nel 1865 una stella rossa piccola che, secondo i lavori dell'Hind e del Plummer negli anni 1870-74, può quasi certamente identificarsi colla stella che anche oggi porta il nome dell'astronomo dal naso tagliato (1). Rimane memoria di stelle vedute similmente in Cassiopea negli anni 945 e 1264, il che fa sospettare che si tratti della stessa ricomparsa poi. Ma l'apparizione del 945 non si basa su ricordi autentici; quanto a quella del 1264, il Lynn diede, nel 1883, buone ragioni per dubitare della sua realtà.

Rammentiamo qui che da qualcuno con Goodricke, si volle che quest'astro ricomparisse ogni 315 anni, sicchè, rimontando nell'antichità, una delle sue apparizioni avrebbe avuto luogo l'anno 1 dell'êra volgare; ciò fece nascere la leggenda che la stella di Brahé fosse la stella di Betlemme che condusse i Re Magi alla capanna di Gesù: leggenda che fu messa fuori dall'astrologo boemo Cipriano Loewitz.

Nel 1891, il signor Burnham ha esaminato attentamente la regione del cielo, ove era comparsa la stella di Brahé, *La pellegrina,* come fu chiamata ai suoi tempi, ma nulla vi trovò che vi potesse corrispondere.

Il 10 ottobre 1604, Giovanni Brunowski, allievo di Keplero, scopriva una stella nuova nella costellazione del Serpentario (Ofiuco): questa stella, da principio,

---

(1) Durante i suoi viaggi, prima del 1571, il Brahé ebbe una disputa seguita da un duello, nel quale il suo avversario gli tagliò la punta del naso.

era lucida quanto Venere, e passò, dopo cinque mesi circa, alla terza grandezza. Scintillava fortemente, onde mostrava varii colori, e tra il febbraio e il marzo 1606 sparì senza lasciar traccia. Sembra che anche di questa stella, che è detta di Keplero, sia menzione negli annali Cinesi, e anch'essa si volle da taluno connettere con la stella di Betlemme. Ecco come. La stella di Keplero si mostrò tra Marte e Saturno, che con Giove in congiunzione con Saturno, si trovavano in quella regione del cielo che gli astrologi chiamavano il trigono del fuoco. Keplero, piena la mente di divagazioni astrologiche, si lasciò indurre a calcolare se una simile congiunzione, che avrebbe avuto per i Re Magi un'importanza massima, non potesse esser avvenuta nell'anno della nascita di Gesù Cristo. I suoi computi gli diedero l'affermativa. Stockwell però dimostrò come quei calcoli fossero errati e come perciò manchimo di fondamento tutte le considerazioni basate su di essi. Lo Stockwell medesimo poi ha dimostrato che la nascita di Cristo sarebbe avvenuta poco dopo una congiunzione di Venere con Giove. Se i due astri vicini fossero la stella cui accenna S. Matteo; se la loro congiunzione, interpretata secondo i dettami dell'astrologia caldaica, ponesse i Re Magi sull'avviso dell'approssimarsi di qualche grande avvenimento, il cui verificarsi fosse poi loro annunziato dall'apparire di un astro nuovo, non giova discutere. Inutile del pari l'indagare se la stella, che solo S. Matteo menziona, fosse cometa o stella temporanea; i documenti mancano, e poi: "*c'est le propre de la vieillesse de s'attacher aux plus minutieux souvenirs du passé*" (C. M. Valtour). Qui ci sovviene di quanto pensava il grande Niebhur, al quale si può credere, che cioè le grandi catastrofi e gl'insoliti fenomeni naturali, come fatti, — in qualsiasi modo poi noi vogliamo interpre-

tarli — furono, in modo rimarchevole, sincroni con grandi avvenimenti della storia dell'umanità (1).

III.

Altre stelle temporanee si osservarono prima e dopo le due ultime sovra menzionate. Dopo la grande stella di Keplero, non ne fu più veduta altra sì cospicua, e solo nel 1848 ricominciarono a notarsi apparizioni simili, ma tutte in scala ben minore. Nel 1848, il signor Hind, all'osservatorio di Bishop in Londra, scoprì nel Serpentario una nuova stella che era di quinta grandezza e di color rossastro: essa diminuì ben presto e nel 1874-75 era discesa alla 13ª grandezza.

L'introduzione dello spettroscopio nell'astronomia aprì una nuova èra anche per lo studio delle stelle temporanee. La prima stella temporanea che fu così studiata, fu quella del 1866 e con ciò s'inaugura veramente un nuovo ordine di cose.

Il 12 maggio 1866, il signor G. Birmingham, di Millbrook, presso Tuam in Irlanda, fu stupito nello scorgere una stella incognita di seconda grandezza splendere nella costellazione della Corona Boreale. Il

(1) Povera storia, come è scritta e quanta fede merita! Valga ad esempio quanto segue, che appunto si riferisce alla nuova stella di Ofiuco. Nell'*Histoire des Sciences Mathématiques et Physiques* del signor M. Marie, l'apparizione della stella di Keplero è fissata nel 1606 (Vol. III, 1884, pag. 157), mentre in quell'anno appunto si spense. Il dottor Farrar, nella sua *Life of Christ* (1892, pag. 14), molto bella per tanti altri rispetti, menzionando la stella di Keplero, la fa apparire in settembre, mentre si posseggono le più veridiche prove della sua comparsa il 10 ottobre.

16 maggio, il dottor Huggins ne analizzò la luce con lo spettroscopio e trovò che l'oggetto era circondato da un involucro d'idrogeno incandescente. La grandezza della stella andò decrescendo; la sua visibilità ad occhio nudo durò solo otto giorni, e sul principio di giugno la stella era discesa alla nona grandezza. Si poterono studiar bene le fasi di decrescimento, ma di quelle del suo aumento nulla sappiamo: probabilmente, come moltissime altre, essa si accese in brevissimo tempo. Il suo salto alla seconda grandezza, con un acquisto di ben mille volte la sua luce, deve essere avvenuto con una rapidità straordinaria, perchè due ore e mezzo prima che il Birmingham la vedesse, il dottor Schmidt che aveva esaminato la costellazione della Corona, nulla vi aveva scorto di anormale.

Un'apparizione simile a quella del 66, si ebbe 10 anni dopo, nel 1876, il 24 novembre, e fu d'una stella scoperta dall'astronomo Schmidt nella costellazione del Cigno. Il signor Cornù a Parigi fu il primo a studiarne lo spettro, e lo vide formato di linee lucide e di zone oscure: vi rilevò l'idrogeno e forse il magnesio, il sodio e l'elio.

Gli spettri di queste due stelle temporanee furono simili e forniti di righe lucide, il che conferma l'idea di violenti incendii.

Il decrescere dello splendore della nuova stella del Cigno fu più lento che il suo crescere, e passarono più di quindici giorni prima che la stella ritornasse ad essere insignificante — due o tre giorni per salire, due o tre settimane per discendere. Tuttavia anche due o tre settimane son breve tempo, invero, per estinguere una sì potente conflagrazione. Se in un urto gigantesco di masse si può con relativa facilità suggerire una spiegazione del brusco apparire, non è egualmente fa-

cile comprendere come le sue conseguenze abbiano potuto esser vinte così presto.

L'astronomo inglese Stawell Ball cercò di misurare la distanza di quest'astro: le sue operazioni lo portarono a conchiudere che quell'astro era troppo lontano per poterne con quelle determinar la distanza. Egli ammise però che quella distanza doveva esser tale che la luce impiegasse almeno tre, e forse molti più anni per giungere sino a noi. Al momento in cui la stella eccitava l'ammirazione del mondo astronomico, essa era dunque in realtà già ricaduta nella quasi oscurità.

Nel 1885, una nuova stella fu visibile dal 31 agosto in poi, e cessò di esserlo, anche nei più potenti cannocchiali, dopo il marzo 1886.

Ed ora veniamo senz'altro alla stella nuova dal 1892 di cui dicemmo in principio, ed allo studio della quale furono applicati tutti i mezzi posseduti oggidì dalla scienza: vediamone brevemente i risultati più importanti.

Come già dicemmo, la nuova stella veduta prima dal signor Anderson, il 2 febbraio 1892, fu inutilmente cercata negli atlanti celesti esistenti: e fu pure cercata sulle fotografie celesti della regione ove apparve. Si esaminarono le fotografie ottenute in America coi fondi destinati a conservare la memoria del Draper. Diciotto di esse, eseguite dal 3 novembre 1885 al 2 novembre 1891, non lasciano scorgere traccia della nuova stella, benchè le negative contengano stelle di dodicesima ed anche di tredicesima grandezza. È dunque probabile che durante questi sei anni la stella non fosse avvertibile.

D'altra parte, da qualche anno, l'astronomo americano Pickering ha disposto un apparecchio che, nelle notti serene, fotografa automaticamente le stelle fino alla sesta grandezza, per un'estesa zona, e che può fornire

indicazioni molto utili per i cambiamenti di splendore. Dal 21 ottobre al 1° dicembre 1891, si ebbero all'osservatorio ove è collocato l'apparecchio, tredici notti favorevoli; in nessuna delle negative corrispondenti si scorge la nuova stella, che invece si vede benissimo sulle lastre relative ai giorni dal 10 dicembre 1891 al 29 gennaio successivo. Infine essa è irreperibile sopra una fotografia dovuta al signor Max Wolf, per l'8 dicembre. Sarebbe dunque avvenuto tra l'8 ed il 10 dicembre il grande aumento di splendore che avrebbe dovuto segnalare la presenza della stella; il signor Anderson non l'ha vista che sette settimane dopo, quando la stella erasi già sensibilmente indebolita.

Lo splendore della stella andò rapidamente scemando; piccolissima era essa alla fine del marzo 1892, ed il 26 aprile appena percettibile fra le minime stelle nel grande telescopio dell'osservatorio Lick in California. Dopo essersi così reso progressivamente invisibile il nuovo astro, ricomparve nell'agosto sotto forma di una piccola nebulosa brillante, con un debole nucleo stellare, per diminuire di poi, senza cessare d'essere visibile fino a questi ultimi mesi. Dalle ricerche dell'americano Barnard risulta che la stella è ad una considerevole distanza da noi. La nuova stella del *Cocchiere* fu in Italia fotografata alla Specola Vaticana, osservata a Torino dal dottor Porro, e in Roma all'Osservatorio del Collegio Romano dal signor Millosewich.

L'esame spettroscopico della luce della nuova stella constatò la presenza dell'idrogeno, del calcio, del sodio e del magnesio. Di più esso suggerì il pensiero che la stella che la forniva fosse in realtà composta di due astri, l'uno circondato da un'atmosfera gazosa incandescente, allontanantesi da noi, l'altro che camminerebbe verso di noi, avvolto in un'atmosfera raffreddata, che assorbe le radiazioni della massa centrale.

5

IV.

Ticone Brahé credeva che la stella del tempo suo fosse formata dalla condensazione della materia nebulosa della via lattea. Questa idea era ardita al tempo suo ma non è ora più sostenibile, sapendosi che la via lattea è fatta di stelle distinte; però estendendone il campo alle nozioni moderne, essa è probabile in altri termini, potendo questi incendi nascere dalla combinazione chimica delle materie gassose di cui sono composte le masse nebulose in genere (1).

Altre ipotesi furono poi immaginate, specie per le ultime stelle temporanee, a spiegarne le apparenze. Qui vogliamo accennare particolarmente quelle che mirano a dar ragione dei fenomeni presentati dalla nuova stella dell'Auriga.

Il signor Lockyer, conformemente alla sua teoria cosmogonica, ha spiegati questi fenomeni coll'urto di due sciami di meteoriti (corpuscoli cosmici riuniti in ammassi) o di due masse celesti, di cui una sarebbe sempre uno sciame meteorico, e l'altra, una cometa, una stella, una nebulosa, il cui movimento si trasforma, nell'urto, in luce ed in calore.

Un tale incontro fra due corpi celesti non è cosa assolutamente impossibile, ma la probabilità che esso si verifichi è molto piccola. Bisognerebbe, perchè lo scontro diretto si verificasse, che quando essi sono ancora ad una grande distanza, vi fosse un accordo, assai difficile ad ammettersi, nelle direzioni dei loro movimenti e nelle loro velocità. Una piccola deviazione da una comune direzione di movimento farà sì che

(1) Secchi, *Le stelle*, 1878, p. 140.

uno dei corpi descriva attorno all'altro un'orbita ellittica, parabolica od iperbolica (a seconda delle rispettive velocità) e ne passi ad una breve distanza.

William Thomson (ora pari d'Inghilterra col titolo di Lord Kelvin) che ha esaminato tutti i casi di un simile incontro è giunto alla seguente curiosa conclusione.

" La pura probabilità di collisione fra due vicini di un gran numero di corpi, mutuamente attraentisi e largamente sparsi per lo spazio, è molto più grande, se i corpi sono tutti dati in riposo, che se fossero dati animati da movimenti in qualunque direzione e con velocità notevoli in confronto di quelle che acquisterebbero cadendo dal riposo fino ad urtarsi ". Si avverta però che dati i corpi in riposo, distribuiti a varie distanze, tale riposo non durerà neppure un secondo, e variamente attratti, a seconda delle masse e delle lontananze, i corpi si metteranno in movimento ubbidienti alla legge della gravitazione universale, nel quale stato la probabilità di un urto diretto è, come si disse, assai debole.

L'astronomo inglese Huggins, appoggiandosi, oltre che sulle proprie osservazioni anche su quelle del dottor Vogel, che sembrano indicare eruzioni di gas (idrogeno) dall'interno dell'astro e quindi conflagrazione chimica, vuole ripetere, piuttosto che da un urto diretto di masse cosmiche, la nuova e temporanea apparizione da un urto obbliquo, leggiero, quasi sfregamento tangenziale, o fors'anco dal semplice avvicinamento di due soli spenti o quasi. Avvicinamento che, come si disse poco sopra, è assai più probabile che l'urto diretto. L'Huggins s'accosta all'opinione del Klinkerfuess, del Plassman e del Wilsing sull'origine delle stelle temporanee. Da quegli astronomi si pensa che due corpi celesti camminanti in direzioni contrarie, con una velocità

di qualche centinaio di chilometri al minuto secondo, possano, senza urtarsi, passare così vicini da produrre l'un sull'altro maree esterne ed interne seguite da sconvolgimenti grandiosi e da enormi variazioni di pressione originanti eruzioni di materie incandescenti. Con ciò i corpi verrebbero entrambi ad accrescersi di splendore, pur rimanendo avvolti in grandi masse di gaz caldissime, producendo diversi e talora inversi fenomeni, senza però alterare sostanzialmente l'indole di ciascuno dei corpi. Scostandosi poi nel loro moto i due corpi celesti, l'agitazione suscitata andrebbe gradatamente estinguendosi, e non si avrebbe così che un grande sconvolgimento temporaneo.

Vogel basandosi sulle sue osservazioni spettroscopiche, inclina all'ipotesi che la conflagrazione della stella sia dovuta all'urto con un sistema planetario; ma Seeliger non condivide questo modo di vedere.

Al suo riapparire nell'agosto 1892 e dipoi, la nuova stella, che sarà denominata T dell'*Auriga* o *Cocchiere,* presentò a taluni astronomi i caratteri di nebulosa planetaria, mentre ad altri apparve sempre come una stella ben definita. Giova rammentare che la trasformazione in nebulosa planetaria, avvenne per la stella mostratasi nel 1876 nella costellazione del *Cigno* o *Croce del Nord,* la quale ancora oggi è visibile come nebulosa. Ulteriori e recentissime osservazioni sembrano confermare l'aspetto di nebulosa, e da esse potranno forse dedursi importanti documenti per moderne ipotesi cosmogoniche sull'origine della nebulosa dalla quale, secondo Kant e Laplace, derivò il sistema solare.

Il modo di vedere del signor Huggins, più sopra menzionato, va assai d'accordo coll'osservazione fatta dal signor Deslandres sulla analogia grande che presentò lo spettro della nuova stella con quello delle protuberanze solari. Il signor Tisserand, avvisa però

prudentemente che non bisogna credere di essere in possesso di una spiegazione definitiva.

Il dottor Seeliger, infatti, esaminando se le ipotesi accennate soddisfacevano ai fenomeni osservati e se fosse con esse spiegabile l'enorme velocità dei due corpi supposti costituire la stella, l'uno rispetto all'altro, constatata colla spettroscopia, trovò che ciò non era. Per cercare di meglio soddisfare al complesso di tutte le osservazioni, egli propose una sua interpretazione dei fatti. Ecco a grandi tratti i concetti fondamentali di questa ingegnosa ipotesi.

La fotografia celeste, e particolarmente l'opera in essa di Max Wolf in Heidelberg, hanno provato che lo spazio celeste è popolatissimo di agglomerazioni di materia molto sottile e diffusa, e sulla loro varia costituzione fisica il dottor Seeliger non si ferma. Non è improbabile il passaggio di un corpo celeste attraverso una di tali agglomerazioni. Appena un corpo celeste comincia a penetrare in una di tali nubi cosmiche, s'inizia subito un riscaldamento superficiale, e ciò necessariamente, qualunque d'altronde sia la costituzione della sottile materia diffusa. In causa del calore si formeranno attorno al corpo dei prodotti vaporosi, questi in parte si separeranno da esso, per prendere rapidamente quella velocità che posseggono le parti più vicine della nube.

Questo procedere si può paragonare con uno affatto simile che come si sa, svolgesi nelle stelle cadenti e nei bolidi. Anche qui un corpo compatto penetra con una certa velocità in una conglomerazione di materia molto sottile (gli eccelsi strati dell'atmosfera terrestre), è riscaldato ed in parte vaporizzato, e la via da quello battuta è poi mostrata da uno strascico luminoso, che il corpo lascia dietro sè e che spesso è distintamente visibile anche lungo tempo dopo l'apparizione della

meteora. Le particelle separatesi da essa hanno presto perduto la loro velocità rispetto all'atmosfera, poichè, apparentemente, non seguono pressochè più il movimento della meteora.

Così si spiega la presenza, segnalata dal Vogel, di due spettri luminosi sovrapposti che rivelano una enorme velocità relativa di 900 chilometri. Uno di questi spettri mostra delle righe brillanti, che nell'altro sóno sostituite da righe oscure sensibilmente deviate. Questa differenza di natura dei due spettri e la grandezza della velocità relativa sono due objezioni serie contro l'ipotesi dell'incontro di due astri. Per contro, secondo il Seeliger, tutto si semplifica ammettendo che si tratti di una specie di bolide gigantesco penetrante in una nube cosmica, le cui particelle, violentemente attratte, gli si precipitano incontro con velocità rapidamente crescenti. Le variazioni di queste velocità sono le cause evidenti dell'allargamento delle righe spettrali che ha colpito gli osservatori. I fenomeni di conflagrazione dureranno più o meno a lungo secondo l'estensione della nube attraversata, e potranno rinnovarsi, se l'*astro-bolide* incontra un'altra nube sul suo cammino, circostanza che dovette presentarsi per la stella del Cocchiere, che apparve, come fu detto, avvolta in una nebulosità; a meno che non si voglia ammettere la prima nube cosmica così estesa e variamente densa, da render ragione delle oscillazioni di luce avvertite. Il dottore Seeliger fa, con una serie di calcoli, vedere che l'ipotesi da lui proposta si concilia facilmente colle leggi della meccanica, mentre quella d'un incontro di due stelle solleva grandi difficoltà, tanto dal punto di vista delle masse che si dovrebbero attribuire ai due corpi celesti, quanto da quello della durata dei fenomeni.

Le ipotesi son sempre ipotesi ed intorno ad esse le

divergenze di opinioni sono, più che possibili, permesse e desiderabili; dal loro cozzo può, come dall'urto di due stelle (per stare in argomento anche nei paragoni), scattar fuori la luce della verità. Il signor Berberich, uno dei più forti calcolatori di astronomia che la dotta Germania vanti oggidì, ha fatto alle considerazioni del dottor Seeliger alcune notevoli osservazioni. Se, egli dice (1), la stella non fosse stata scoperta dal signor Anderson nel gennaio del 1892, ma fosse stata scorta solamente quando, nell'agosto, si riaccese di nuovo assai indebolita però, tutti i fenomeni che mostrò prima della ricomparsa ci sarebbero sfuggiti. Noi avremmo dovuto formular teorie che soddisfacessero alle osservazioni dell'agosto e alle successive, le quali mostrarono l'astro sotto un aspetto sì differente da quelle corrispondenti alla prima apparizione.

Il dottor Berberich, richiamando in vita una teoria cosmologica emessa nel 1877 dal Loschmidt per chiarire l'origine delle stelle temporanee, vuole che la stella, dopo la prima conflagrazione, si sia raffreddata e condensata superficialmente. In questo suo stadio venivano riscaldandosi e comprimendosi i vapori interni, i quali poi, acquistata una tensione altissima, per una causa qualunque, insita o no nell'astro, erompevano e si facevano liberi, provocando eruzioni incandescenti. Queste eruzioni, che anche l'Huggins ed il Seeliger ammettono, sembrano chiarire la seconda fase della stella, meglio delle altre. Ulteriori studi ed indagini fisseranno quale fra le varie teorie sia la giusta. Quali misteri asconda l'infinito e per quali vie la materia e la forza, ubbidienti a leggi eterne, continuino per l'etra il movimento, la vita ed il dolore, agli uomini non sarà mai dato conoscere che in parte quasi nulla.

---

(1) *Naturwissenschaftliche Rundschau*, 17 giugno 1893.

Nos sciences — croyant la Nature soumise,
Lorsqu'en nos doigts demeure un peu d'écume prise
A l'abîme éternel qui gronde dans la nuit!
Toute la profondeur de l'univers nous fuit,
Et sans rien pénétrer nos yeux tremblants effleurent (1).

Tale è per sommi capi la storia dell'ultima stella temporanea apparsa agli uomini. Ma di essa, come delle sue simili, si può domandare: sono realmente nuove queste stelle, ovvero semplici esagerazioni in luce di stelle minori? Ecco come risponde, quel pensatore ed astronomo che fu il Secchi. " La risposta è impossibile a darsi per le antiche, perchè mal determinate; per le moderne lo è pure, perchè non è possibile dire che una stella sia nuova solo perchè essa non istà nei cataloghi; essa poteva trovarsi fra le tante minute che non si registrano (e che non si scorgono, ci sia permesso d'aggiungere); onde è facile che esse già esistessero e fossero delle più minute di cui nessuno può garantire la non esistenza precedente ".

" Vi sono in cielo ed in terra più cose, Orazio, che non ne possan sognare i vostri filosofi " (2).

1893.

---

(1) Guyau, *Vers d'un philosophe, La pensée et la nature.*
(2) Shakespeare, *Amleto.*

L'ORA DELL'EUROPA CENTRALE

IN ITALIA

Oggi mondo, domani eternità.
Proverbio turco.

Si è disputato e si disputa molto fra i filosofi sulla natura dello spazio e del tempo: sull'essenza, sull'esistenza reale degli enti rappresentati da quelle parole, si scrissero volumi da riempirne biblioteche, ed oggi ancora se ne sa quanto prima. Che cosa è lo spazio? Che cosa è il tempo? Innumerevoli risposte furon date a queste domande, e tutte press'a poco significano il medesimo, *niente,* o per dir meglio significano l'*inconoscibile,* ovvero dimostrano la debolezza della mente umana, che ad ogni modo lascian per tal riguardo nella più completa oscurità. In sul tramontar del sole d'un tepido giorno d'ottobre una dama intelligente discorreva con un cavalier di spirito circa lo spazio ed il tempo, e girando l'occhio sull'ampia distesa del mare che si abbracciava dal terrazzo, e rammemorando più felici giorni passati, domandava, che cosa è lo spazio? Che cosa è il tempo? Le fu risposto: lo spazio è quell'orribil cosa che ci separa da una persona amata, e il tempo quel maligno influsso che ritarda l'arrivo dei cari nostri. Dubito forte che i filosofi accolgano fra i loro dommi queste definizioni; ma al cavalier di spirito ritengo as-

sicurata l'approvazione di quanti vissero separati da gente cui volevano bene ed hanno trepidato impazienti per un arrivo lungamente atteso.

Ad ogni modo se gli uomini non sanno definire lo spazio ed il tempo, sanno in certo qual modo dividerli e misurarli. Lasciamo lo spazio ai geometri che a loro talento vi fabbrichino le più curiose configurazioni e veniamo al tempo.

I.

Omons, poeta francese del dodicesimo secolo, lasciò questi versi:

Si que andui egaument alassent
Il commendrait qu'il s'encontrassent
Dessus le leu dont ils se murent.

In essi è riconosciuta la rotondità della Terra ed esposto ciò che il poeta riteneva dovesse avvenire se due uomini partendo da un dato luogo si muovessero con uguale velocità in direzioni opposte, che essi s'incontrerebbero nel punto della Terra diametralmente opposto a quello di partenza. Già molto tempo prima il celebre dotto arabo Abulfeda era andato più avanti ed aveva chiaramente intuito ciò che quei due uomini avrebbero constatato, se dipartitisi, come si disse, dal luogo medesimo, avessero viaggiato l'un verso oriente l'altro verso occidente, e, compito il giro del mondo, si fossero poi ritrovati colà onde avevan preso le mosse. Abulfeda insegnava che quei due uomini, al loro incontro, si sarebbero trovati, nella serie dei giorni del calendario, il primo un giorno in avanti, il secondo un giorno in ritardo, così che la data fissata da ciascuno come corrispondente al giorno dell'incontro differirebbe da quella dell'altro di due giorni intieri. In altre parole, in un

viaggio intorno al mondo si perde un giorno se si cammina sempre da Est ad Ovest, se ne guadagna uno invece, se si procede sempre pel verso opposto.

Di questo fatto si accorsero i compagni di Fernao da Magalhaens, che per i primi compirono il viaggio intorno al mondo navigando sempre da Oriente verso Occidente. Delle cinque navi che il 20 Settembre 1519 lasciavano San Lucar de Barrameda, agli ordini di Magellano, una sola, la *Vittoria*, tornò in patria; Magellano essendo morto, la comandava Sebastiano d'Elcano che aveva seco Antonio Pigafetta, al quale dobbiamo l'istoria di questo primo viaggio di circumnavigazione. La *Vittoria* approdò a Sant'Jago, una delle isole del Capo Verde, il giorno di mercoledì 9 luglio 1522 quale data dei giornali di bordo. Informatosi Pigafetta dai Portoghesi, cui Sant'Jago apparteneva, di qual giorno della settimana essi contassero, gli fu risposto che era di giovedì. " Ciò ci merviglió non poco ", scrive Messere Antonio Pigafetta, " poichè per noi era solamente di mercoledí, ed essendo io sempre stato sano, avevo giorno per giorno compilato il mio giornale regolarmente. Solamente più tardi constatammo che non avevamo commesso alcun errore, nè saltato alcun giorno e che la differenza si produce quando si fa il giro del mondo, da Oriente ad Occidente ". La giusta spiegazione del Pigafetta trovò poco credito; le esatte cognizioni erano allora così poco divulgate che neppure l'assentimento datole dal Contarini, ambasciatore veneto alla corte di Spagna, valse a salvarla dal ridicolo. La stessa differenza di data si verificò poi all'arrivo della *Vittoria* in patria, a San Lucar de Barrameda, ove trovarono domenica 7 settembre, mentre i registri della nave portavano sabato 6 settembre. Si avverta che questi giorni sono del calendario giuliano ancora in uso a quei tempi, la ri-

forma gregoriana del calendario non essendo avvenuta che settant'anni dopo.

Ad evitare queste due date in un medesimo giorno, fonte d'equivoci e di errori, e che potrebbe anche condurre alla storiella della settimana dei tre giovedì, i naviganti usano da gran tempo di cambiar data sui loro registri, quando toccano i punti di una linea tracciata sulle carte, e che, determinata da esigenze storiche, politiche e commerciali, vien detta linea di cambiamento di data. Ecco la regola tenuta dai marinai: *Chi viaggia da Occidente ad Oriente, toccando la linea del cambiamento di data, conta due volte quel giorno, contrassegnando il secondo col segno II; chi naviga da Oriente ad Occidente, giunto alla linea del cambiamento di data, salta un giorno facendo, ad esempio, al 30 marzo seguire immediatamente il 1° aprile.*

Jules Verne, nel suo *Viaggio attorno al mondo in 80 giorni,* si giovò, col ben noto suo spirito, del fatto delle due date; *Hildebrants* nella sua *Reise um die Erde* narra gli scherzi e l'allegria che accompagnano il ripetersi della stessa data sui registri di bordo. Nella sua *Passeggiata intorno al mondo* il barone *von Hübner,* al giovedì 13 luglio 1871, fa per le dette ragioni seguire immediatamente sabato 15 luglio.

Strano questo nostro piccolo mondo: s'invecchia e si ringiovanisce d'un giorno, là in mezzo all'Oceano, sol perchè la nave passa per un determinato punto! Un giorno! sì breve lasso di tempo, che vale? Si ringiovanisce o s'invecchia, ma s'oblia forse il dolore, si accresce forse la ironica gioia del vivere?

Voghiam, voghiamo, o disperate scorte,
Al nubiloso porto dell'oblio,
A la scogliera bianca de la morte.

(*G. Carducci*).

II.

Fermiamoci un momento sul fatto dell'acquisto e della perdita di un giorno in un viaggio di circumnavigazione, n'avremo d'alquanto spianata la via che ne conduce all'unificazione dell'ora.

Il tempo solare, che è quello universalmente usato dagli uomini, è governato dal moto della Terra intorno al Sole, che si fa a noi manifesto per quello apparente del sole sulla sfera celeste. Il Sole varia continuamente di posizione in cielo percorrendo l'eclittica, e dopo un anno ritorna alla primitiva posizione (salvo piccoli divarii che stando sulle generali non occorre considerare). Supponiamo per un momento (il che si può fare senza inconvenienti) che lungo un dato giorno, durante cioè le 24 ore che lo costituiscono, il Sole conservi la posizione sua in cielo, caratteristica di quel giorno, e che la cambi d'un tratto per passare a quella vicina, corrispondente al giorno successivo. In realtà il mutamento di posizione avviene in modo continuo, ma con velocità non grande e così fattamente che in molti ragionamenti di astronomia si riguarda il Sole come fisso nelle 24 ore, con riserva di badare poi al suo moto. Questo è d'uopo ritenere: che ogni singolo giorno è individuato da una determinata posizione del Sole in cielo, e che per ogni luogo della Terra è mezzodì di quel giorno, di quella data, quando il meridiano del luogo medesimo viene a passare pel centro del Sole in essa posizione.

Nel suo moto di rotazione sopra sè stessa, la Terra in un giorno presenta successivamente al Sole i varii meridiani facendo per essi successivamente mezzodì vero in quell'istante in cui ogni meridiano passa pel centro del Sole. Così supponiamo che in un dato istante sia mezzodì a Roma, i meridiani che sono ad Occidente

di quello di Roma, poichè la Terra gira da Occidente ad Oriente, avranno, man mano dopo, mezzogiorno, mentre quelli ad Oriente già l'avranno avuto. Così, col centro del Sole in quella posizione, cui corrisponde il mezzodì di un certo giorno per Roma, sarà venuto, 12 ore prima, a coincidere l'antimeridiano di Roma (quello che dista di 180 gradi in longitudine), che ha mezzanotte nell'istante del mezzodì di Roma. Detto antimeridiano ritornerà a passare pel Sole dodici ore dopo il mezzodì romano, ma troverà il sole spostato, passato cioè a quella posizione che corrisponde al giorno successivo. Quindi, mentre a Roma si ha mezzogiorno, nei paesi ad Est di essa si hanno le ore pomeridiane, ed il mezzodì è passato; nei paesi ad Ovest si hanno le ore antimeridiane ed il mezzogiorno è ancora da venire. All'antimeridiano pertanto, contando verso Est, si ha la mezzanotte, ad es., del 20 settembre, ed incomincia il 21; contando verso Ovest invece si ha la mezzanotte del 19 settembre ed incomincia il 20. Ecco come all'antimeridiano di Roma, come d'ogni altro paese, si hanno due date, e quindi per ciascuno la necessità del cambiamento di data. Ad evitare poi confusione esso mutamento non si fa ad ogni antimeridiano corrispondente al meridiano d'origine in uso presso ogni nazione, ma in virtù di accordi generalmente accettati lungo una linea, che i primi viaggi, le nazionalità dei navigatori che li compirono, hanno, come già si disse, tracciata. I trattati di navigazione danno esatte descrizioni della linea del cambiamento di data; ma avvertono che, presso una grandissima parte delle navi di lungo corso essendo in uso le carte e le tavole astronomiche inglesi, basate sul meridiano di Greenwich (villaggio presso Londra), il mutamento di data si fa toccando l'antimeridiano di quel celeberrimo osservatorio inglese, anzi che seguendo la detta linea. Con ciò si evitano varii inconvenienti

derivanti dal fatto che la linea del cambiamento di data, quale fu tracciata dalle esigenze storiche, politiche e sociali, non corre direttamente da Nord a Sud lungo un cerchio massimo, ma è contorta e fra i suoi limiti estremi abbraccia circa settanta gradi di longitudine.

I varii meridiani ed i luoghi terrestri per i quali passano hanno dunque l'uno dopo l'altro mezzodì, e di conseguenza in simil modo il levare ed il tramontare del sole; la successione delle ore, l'ora in un dato istante, saran dunque diverse, per natura, secondo i varii paesi, ognuno seguendo l'ora del proprio meridiano.

Fuvvi un'epoca, lunga assai, nella quale ogni villaggio, ogni città aveva la propria ora, quella data dal quadrante solare (orologio solare) o meridiana; il tempo usato era quello che dicesi tempo solare vero, fondato sul moto apparente del sole. Secondo Plinio, la circostanza della diversa ora, corrispondente, in diversi luoghi, ad un medesimo istante fisico, era conosciuta prima ancora dell'êra cristiana.

I varii orologi inventati man mano, ad acqua, a sabbia, a ruote, a pendolo, pur permettendo un'esatta divisione degli intervalli di tempo, non modificarono che molto tardi l'abitudine di servirsi del tempo solare vero; non è gran tempo che si ricorse al tempo medio, con innovazione feconda di tanta regolarità e pratico vantaggio; non fu che molto tempo dopo che i lavori di Flamsteed l'avevano resa possibile. Ginevra nel 1780 adottò, per impulso di Giacomo Andrea Mallet, il tempo medio, e si introdusse l'uso di annunziare alla città il mezzogiorno medio con un tocco della grossa campana del Duomo; Londra seguì qualche anno dopo l'esempio di Ginevra. Per l'adozione del tempo medio molto fece il congresso degli astronomi radunato per iniziativa di Lalande e di von Zach, a Gotha nel 1798. I dotti in

esso raccolti, non solamente si promisero di servirsi nei loro calcoli del tempo medio esclusivamente, ma di adoperarsi in ogni modo perchè venisse accettato negli usi civili quotidiani. Malgrado però la propaganda degli astronomi, Berlino non ebbe il tempo medio che nel 1810 e Parigi nel 1816; quivi poi fu necessario, a quanto racconta Arago, un rapporto del *Bureau des Longitudes*, autorevolissimo sodalizio di scienziati, per tranquillare la popolazione, che temeva dal nuovo tempo perturbazioni e soprusi nel computo delle ore di lavoro.

In Italia il tempo medio fu adottato da Torino nel 1852, da Bologna il 1° gennaio 1858 e da Milano il 14 febbraio 1860, e dalle altre città in epoche da queste non discoste, come ne informa l'ingegnere Giuseppe Rocca. A Roma, il tempo medio negli usi civili fu adoperato poco per volta senza speciale decreto del Governo; alla sua diffusione contribuì d'assai l'introduzione negli Stati Pontificii delle ferrovie e dei telegrafi, avvenuta intorno al 1855.

Tutte le nazioni civili si servono ora del tempo solare medio. Però, anche dopo l'introduzione di esso, ogni paese continuò ad avere l'ora propria, così che nel passare dall'uno all'altro, per quanto piccoli e vicini si fossero, conveniva mutare l'ora all'orologio. Finchè le comunicazioni fra i varii Stati erano lente e lunghe, i viaggi infrequenti e poco comuni, il cambiar d'ora non fu trovato incomodo; ma, divenute le une e gli altri, per gli accresciuti commerci ed i meravigliosi mezzi di trasporto e di relazioni, frequenti, generali e rapidi, gl'inconvenienti di quella pratica si fecero sentire, e l'ovviare ad essi divenne più necessario ed urgente, coll'estendersi in ogni senso delle reti telegrafiche e ferroviarie.

Il modo di por rimedio ai danni, disturbi ed equivoci generati dalla molteplicità delle ore, era pronto

e facile; abolire tutte quelle ore diverse e sceglierne con sano criterio una che meglio soddisfacesse alle varie esigenze, quella proclamar legale ed introdurla nei varii usi del vivere quotidiano, eliminare le ore locali, in una parola *unificare l'ora,* chiamandola per ogni paese ora nazionale. Così almeno la necessità di mutare ora era ristretta alle relazioni internazionali, e scompariva dalle varie regioni di uno Stato medesimo. In questa maniera appunto si procedette.

In Italia l'unificazione dell'ora incominciò coll'applicazione dell'orario invernale alle ferrovie e ai telegrafi, il 12 dicembre 1866; con esso entrò, per tali amministrazioni, in vigore l'ora di Roma, corrispondente al tempo solare medio del meridiano di Roma (Collegio Romano). Ben presto quest'ora nazionale, per la generale accoglienza e pel luogo ond'era misurata, fu adottata nella vita ordinaria da tutto il regno, da Milano nel medesimo giorno 12 dicembre 1866, da Torino e Bologna al 1° gennaio 1867, da Venezia solo il 1° maggio 1880 e Cagliari non l'ebbe che nel 1886. Ora l'ora di Roma regola la vita di tutti gli italiani; cesserà di farlo il 1° novembre 1893, in cui andrà in vigore l'ora dell'Europa centrale, della quale diremo più avanti.

Prima dell'Italia la Gran Bretagna aveva stabilito l'ora nazionale che, per l'Inghilterra e la Scozia, fu fin dal 1848, ed è tuttora, quella di Greenwich; per l'Irlanda quella di Dublino. Nel 1879 la Svezia, facendosi la prima sulla via oggi tenuta, stabilì che il tempo nazionale fosse quello corrispondente al meridiano che dista di 15 gradi all'Est da quello di Greenwich: l'ora svedese è pertanto un'ora avanti su quella inglese. Per molti Stati grandi e piccoli d'Europa, le ferrovie, poste e telegrafi seguono un'ora unica, quella della capitale, mentre per la vita civile si segue l'ora locale: dualità non scevra di incomodi e pericoli, piccoli per Stati

poco estesi, grandi assai per estese regioni, e per le relazioni internazionali.

III.

Unificata l'ora in ogni Stato, rimaneva l'incaglio non indifferente della diversità d'ora al confine, d'impaccio grande allo spedito e sicuro traffico internazionale. Si apra uno dei nostri antichi orarii, subito si vedrà l'effetto di questo divario nell'ora presso i governi limitrofi. Ora di Roma, di Parigi, di Praga, di Görlitz, di Berna, di Montreu Vieux, ed altre ore locali: chi può senza calcoli lunghetti fissare con esattezza la durata di un lungo percorso, gl'istanti degli arrivi e delle partenze? Oltrepassato poi il confine e procedendo attraverso all'Europa nelle diverse direzioni, il numero e la diversità delle ore cresce sempre, aumentando la complicazione, creando nuove difficoltà; fino al 1891 se ne incontravano 7 da Roma a Pietroburgo, via Berlino; ben 12 da Parigi a Costantinopoli, senza contare le ore locali prussiane in uso presso molte città. Negli Stati Uniti dell'America del Nord, cotanto estesi in ogni senso, la differenza delle ore era serio imbroglio al pronto e sicuro esercizio delle ferrovie, poste e telegrafi. Quelle compagnie ferroviarie dichiaravano schiettamente che era una vera torre di Babele, essendovi più di 70 ore differenti in uso sul territorio della grande Unione Americana. Che dire poi delle grandi stranezze che avvengono in tanta disparità di ore, nella spedizione ed arrivo dei telegrammi, nello stabilire le ore e le date di avvenimenti importanti o pel pubblico o pei privati? Come, per esempio, senza computi diversi liquidare una successione nella quale intervenissero due individui morti presso a poco nello stesso istante e pei quali questo istante potrebbe essere segnalato con una differenza che, come caso limite,

potrebbe raggiungere le 24 ore? Come ancora determinare in tanto garbuglio d'ore l'epoca precisa della scadenza di una cambiale tratta da una città sopra un'altra?

A porre riparo agl'imbrogli ed impacci derivanti dalle ore diverse in uso presso le varie nazioni, fu proposto, per analogia all'unificazione dell'ora in ogni Stato, l'unificazione dell'ora in tutto il mondo, ma gl'inconvenienti non piccoli al certo che l'accompagnano la fecero respingere dal campo pratico: gioverà però dirne qualche cosa, perchè essa si connette alla questione del meridiano unico, pur non scompagnandosi da quella dell'adozione di un sistema di tempo comodo e razionale.

Le posizioni dei luoghi della Terra sono fissate, come si sa, a mezzo della latitudine e longitudine loro: della prima non occorre dire, solo la longitudine ne interessa.

Le longitudini si contano da un meridiano fisso che si chiama *primo meridiano, meridiano fondamentale, o meridiano dello zero,* perchè i suoi punti hanno, per definizione, longitudine nulla. Le longitudini sono orientali od occidentali secondochè si riferiscono a punti situati a levante od a ponente del luogo per cui passa il primo meridiano. Ma ogni meridiano della Terra può egualmente servire come fondamentale; la scelta del primo meridiano è convenzionale ed arbitraria; cadde per opera de'geografi ed astronomi di nazionalità diverse ora su uno, ora su un altro dei meridiani terrestri, ed in questo dato delle longitudini regnò sempre per conseguenza e regna tuttora qualche confusione.

Non è qui luogo a riandare cogli storiografi della geografia per quali ragioni si siano in varii tempi e luoghi scelti meridiani diversi: basti il dire che per via di eliminazione solo quattro ne rimasero oggidì in uso in geografia, quelli di Greenwich, Parigi, Washington e dell'isola del Ferro. Si passa dalle longitudini rife-

rite ad uno di essi come fondamentale, alle longitudini riferite ad un altro qualunque, colla semplice addizione o sottrazione della loro differenza in longitudine. Malgrado questa semplicità di trapasso dall'uno all'altro, la moltiplicità di meridiani fondamentali produce di necessità inconvenienti pratici non pochi, perditempi incresciosi e sentiti da quanti in questioni di astronomia, geografia, meteorologia e fisica terrestre hanno d'uopo di estendere le loro ricerche a luoghi della Terra disparati e lontani. Da molti anni la necessità di eliminare questi incovenienti è molto avvertita in pratica, e quanti fanno uso di carte geografiche invocano la scelta di un primo meridiano dal quale contare tutte le longitudini.

Una conferenza geodetica tenuta a Roma nel 1883, un congresso internazionale appositamente radunato a Washington nel 1884 (1), s'occuparono della scelta di un meridiano fondamentale unico: in quest'ultimo Con-

---

(1) Prima del 1883 la questione del meridiano unico erasi agitata in Francia dal 1842 al 1851, poi nel 1871, nel 1° Congresso delle Scienze geografiche tenutosi ad Anversa. Al 2° Congresso geografico tenutosi a Parigi nel 1875, in quello meteorologico radunato in Roma nel 1879, nel 3° Congreeso geografico di Venezia 1881, si formularono voti affrettanti una soluzione della questione, la quale non per anco oggi fu data, malgrado i desiderii ancora espressi nel Congresso geografico internazionale riunitosi a Berna nell'agosto 1891. A titolo di storia vogliamo qui ricordare che il padre barnabita Tondini de Quarenghi aveva proposto come meridiano d'origine per le longitudini e per l'ora quello di Gerusalemme, proposta, che appoggiata dall'Accademia delle Scienze di Bologna e da Crispi, allora presidente del Consiglio dei ministri, portata in Parlamento dall'on. Sacchetti, diede luogo ad una vivace polemica, e non ebbe altro esito.

gresso il meridiano di Greenwich trionfò e fu proclamato meridiano unico fondamentale e come tale indicato per l'uso ai governi rappresentati al Congresso medesimo. L'accordo però non fu unanime e la scissura fra i dotti si fece spiccatissima sul modo di contare le longitudini, o all'inglese da 0 a 180 gradi verso Est e verso Ovest; oppure da 0 a 360 gradi nella sola direzione che da Ovest va verso Est. Così per suscettibilità nazionali, per amor proprio, forse non condannabile, la questione non fu definitivamente risolta, e sulle longitùdini non impera ancora una legge definitiva, l'arbitrio ha ancora buon giuoco (1).

Il Congresso di Washington s'occupò anche dell'unificazione dell'ora in tutto il mondo, più indietro menzionata, ed a maggioranza votò le due risoluzioni seguenti.

" Il Congresso propone l'adozione di un giorno universale, il quale venga usato in quei casi in cui si crederà utile, senza per questo proporre l'abolizione dei tempi locali e degli altri tempi ora in uso.

" Questo giorno universale sarà il giorno solare medio; esso comincierà per tutto il mondo nell'istante della mezzanotte media del meridiano iniziale, coinciderà col principio del giorno civile e colla data di questo meridiano, e in esso le ore si conteranno da 0 a 24 „.

Nell'intenzione del congresso di Washington, il meridiano iniziale essendo quello di Greenwich, il tempo, che dietro queste risoluzioni dovrebbe essere cosmopolita od universale, sarebbe quello del meridiano di Greenwich,

---

(1) È invalso l'uso generale di distinguere nelle scienze geografiche ed astronomiche i quattro punti cardinali coi loro nomi inglesi *Nord, Sud, East, West:* le iniziali di questi nomi N, E, S, W; servono a denotare brevemente quei punti.

ossia del primo meridiano scelto. Ma il disaccordo esistente fra le varie nazioni circa quest'ultimo, si rinnovò a proposito delle due risoluzioni or ora trascritte.

A vero dire, non v'è poi gran male che il tempo universale non sia adottato: esso sarebbe stata una ben mediocre soluzione del problema dell'unificazione dell'ora. Se infatti lo si fosse introdotto nella vita civile, si avrebbe avuto la grottesca conseguenza che, per esempio, a S. Francisco in California s'avesse mezzogiorno (le 12) verso le quattro del mattino del tempo locale, cioè o di notte fitta, od al levar del sole a seconda delle stagioni. Il giorno universale poi verrebbe a cominciare nei varii paesi alle più diverse ore locali ed alle più varie posizioni del sole. A questo proposito ben scrive l'egregio ingegnere Giuseppe Rocca: "... bisognerebbe abbandonare l'abitudine logica, razionale, ormai invalsa presso tutti i popoli civili, di cambiare data alla propria mezzanotte; le parole: oggi, ieri, domani verrebbero a perdere ogni significato e si andrebbe incontro alla più grande confusione „.

Alcuni astronomi, Schramm ed il suo maestro Oppolzer di Vienna, Foerster di Berlino, Weiss di Vienna ed altri proposero e sostennero che l'ora universale, come sopra definita, dovesse adottarsi ovunque, per le ferrovie, poste, telegrafi, linee di navigazione, regolando il viver civile sul tempo medio locale. Soluzione questa pure non pratica perchè rimandava ogni cosa indietro al tempo che ogni città aveva la sua ora, distruggeva i benefizii dell'ora nazionale, introducendo in parte il ridicolo che accompagnerebbe l'uso dell'ora universale nel vivere quotidiano. Quindi anche questa risoluzione non fu accolta. Egregiamente scrive a questo riguardo l'illustre professore Celoria: " Gli affari e la vita degli abitanti di una regione non possono regolarsi su altro tempo che sul locale, o su un tempo che dal locale

poco differisca, ed abbia col tempo universale un rapporto assai semplice (1).

A queste condizioni soddisfa nel miglior modo possibile il sistema dei fusi orarii, oggidì in uso nella massima parte del mondo civile.

IV.

Che cosa sono questi fusi orarii? Abbia il benigno lettore la cortesia di seguirci per poche linee in considerazioni di geometria elementarissima e la risposta sarà data.

Dividiamo la circonferenza dell'equatore (360 gradi) in 24 parti: ciascuna sarà di 15 gradi. Per ogni punto

---

(1) Nel 1617, secondo de Zach, fu pubblicato a Reims un libro intitolato " *Le point du jour, ou traictè du commencement des jours et de l'endroit où il est établi sur la terre* ", scritto dal signor *Nicolas Bergier*. In questo libro, come scrive l'egregio professore Giuseppe Naccari, l'autore reclama una decisione immediata sull'ora universale. Parla degli inconvenienti della differenza di due date. Dice che alcuni popoli vogliono solennizzare una festa mentre altri sostengono di essere alla vigilia o al lunedì, come nello stesso tempo gli uni mangiano carne e gli altri pesci scandalizzandosi dei primi. Gli uni dicono che un debito è scaduto a un certo giorno mentre per gli altri non scadrà che un giorno dopo. In Italia nel 1801 Lorenzo Mascheroni pensava già all'ora universale.

La questione dell'ora universale fu di recente risollevata dal capitano marittimo Isidoro G. Baroni, che la sostiene, nella *Vita Moderna*, periodico milanese: vi risposero, appoggiando a tutta ragione il sistema dei fusi orarii, il professore Ricchieri e l'ingegnere Giuseppe Rocca. Lo spazio ci vieta, ne è nostra intenzione, di prendere parte alla discussione che viva si dibattè tra i fautori dell'ora

di divisione facciamo passare un meridiano; la superficie della Terra rimarrà così divisa in 24 regioni che per la loro configurazione vengono detti fusi sferici; prendiamo per punto di partenza dell'accennata divisione dell'equatore il punto d'incontro di esso col meridiano di Greenwich. Ad ognuno di quei meridiani corrisponderà una determinata indicazione oraria, ciascuna, esattamente differente di un'ora dall'altra, cosicchè andando verso Est, ognuno di essi avrà il tempo di Greenwich più 1 ora, 2 ore, 3 ore, ecc. restando a tutti comuni i numeri dei minuti e dei secondi. Numeriamo quei meridiani, partendo, da Greenwich e camminando verso Oriente, da 0 a 23, così da ritornare al punto di partenza abbracciando l'intera circonferenza dell'equatore.

---

nniversale, e coloro che sostengono, secondo noi a ragione, la bontà del sistema dei fusi orarii ora generalmente adottato. Ai fautori dell'ora universale come regola al viver civile, vogliam solo rammentare, che l'ora e la sua misura non sono fatte solo per scienziati, naviganti, commercianti e viaggiatori, ma anche per il popolo, per gli operai e pei contadini, presso cui mancano affatto le nozioni di cosmografia (pur troppo così scarse anche nelle classi sociali, che si vantano più elevate) che possano chiarire l'*ora universale* e renderne facile la pratica. L'ora deve per sua natura collegarsi il più convenientemente possibile coi varii fenomeni di luce, presentati dalla natura nel corso delle 24 ore, deve un pochino anche ricordare quanto del giorno sia trascorso, quanto ne rimanga; l'*ora universale*, che per nulla soddisfa a tali esigenze, se può piacere per la sna generalità ai dotti di geografia, non incontrerà mai il favore del pubblico, che è pur quello che dovrebbe servirsene. Il volapük, la lingua universale, ha fatto fiasco: non sarebbe impossibile che la stessa sorte fosse riservata all'ora universale, se con poco senno pratico la si volesse introdurre nella vita quotidiana.

Da una parte e dall'altra dei meridiani detti se ne immaginino segnati altri, che distino dai primi, che chiameremo *centrali* o *mediani* di 7 gradi e mezzo in longitudine (rispettivamente verso Oriente e verso Occidente); questi ultimi comprenderanno, a loro volta, un fuso di 15 gradi, che sarà diviso per metà dal meridiano centrale corrispondente, e che denomineremo *fuso orario*. In ogni fuso orario così determinato si adotta il tempo corrispondente al suo meridiano centrale: per quanto già si disse, i tempi dei varii *fusi orarii* diversificano fra loro di un'ora esatta.

Il meridiano O, quello di Greenwich (detto primo meridiano, o meridiano iniziale) dà il tempo al primo fuso; al secondo fuso il tempo è dato dal 2° meridiano centrale (N° 1), che passa per l'Etna: questo sarà il nostro, ed il tempo relativo perchè esteso a buona parte d'Europa, si chiamerà dell'Europa centrale, od Adriatico, secondo una felice proposta dello Schramm, che non può non tornar gradita a noi Italiani, che di quel mare possediamo la regina. Il terzo meridiano centrale (N.° 2) darà il tempo al terzo fuso e così via, il meridiano 24mo (N.° 23) al fuso 24, e così torniamo al meridiano O ed al fuso primo.

La numerazione dei fusi, da noi seguita, è quella più generalmente tenuta e chiama primo il fuso orario che ha per meridiano centrale quello di Greenwich, secondo il nostro dell'Etna, o dell'Europa centrale, e così di seguito. Giova però avvertire che da taluni si segue la numerazione proposta dal dott. Schramm, astronomo austriaco che ha molto contribuito all'unificazione dell'ora; in questa il primo fuso è quello dell'Etna o dell'Europa centrale; secondo, quello il cui meridiano centrale dista di 30 gradi in longitudine Est dal meridiano di Greenwich. In questa seconda numerazione il primo fuso ha un'ora più che a Greenwich, il secondo

due e così via; nella prima invece, nella quale, come si vede, il fuso dell'Europa centrale vien detto il secondo, il primo fuso ha l'ora di Greenwich, il 2° un'ora di più e così di seguito. Ad evitare pertanto ogni confusione il meglio è abolire ogni numerazione, e dare ad ogni fuso una lettera dell'alfabeto, ma la proposta incontrò poco favore e non ebbe seguito ed i nomi particolari vengono da tutti adoperati sull'esempio degli Stati Uniti dell'America del Nord. All'ora del primo fuso, quella del meridiano di Greenwich, si dà da taluni il nome di *ora universale,* per le ragioni già sopra accennate.

Questo è lo schema geometrico del sistema dei fusi nella sua generalità, che nell'applicazione pratica deve inevitabilmente subire delle modificazioni. Le linee di confine fra i successivi fusi orarii non possono essere per tutti dei veri meridiani geografici, ma per soddisfare alle esigenze dei limiti degli Stati che attraversano debbono in certi brevi tratti del loro percorso staccarsi da quelli e presentare irregolarità più o meno sensibili. Le carte unite dall'onorevole Carlo Rizzetti, deputato di Varallo, al pregiato suo opuscolo sull'unificazione del tempo, mostrano assai bene questi confini per tutto il mondo, ed in ispecie per l'Europa; altrettanto dicasi della bella e chiara carta unita all'opuscolo tedesco del signor Ernest von Hesse-Wartegg.

Alle figure, che risultano tracciate in base alle dette considerazioni, in parte irregolari, si dà pur sempre il nome di *fusi orarii,* per rammentare e l'origine loro ed il concetto che ha informato la loro configurazione.

L'Italia sta nel secondo fuso, che avrà il tempo del meridiano che dista di 15 gradi Est da Greenwich, con una differenza di un'ora sul tempo inglese, così che quando a Greenwich è mezzanotte ed incomincia il 1° gennaio, per noi è l'una antimeridiana e l'anno è già cominciato da un'ora, e quindi quando incomincierà

l'anno per noi, Londra dovrà attendere ancora un'ora precisa per salutarlo. Questo nuovo tempo andrà in vigore in Italia, sulle ferrovie, a termine del seguente decreto.

" Art. 1. Il servizio delle strade ferrate in tutto il Regno d'Italia verrà regolato secondo il tempo solare medio del meridiano situato a 15 gradi all'Est di Greenwich, che si denominerà tempo dell'Europa centrale.

" Art. 2. Il computo delle ore di ciascun giorno pel servizio ferroviario verrà fatto di seguito da una mezzanotte all'altra.

" Art. 3. Le disposizioni precedenti entreranno in vigore nell'istante in cui, secondo il tempo specificato all'articolo 1, incomincierà il 1° novembre 1893, e da quell'istante cesserà di aver vigore qualunque altra disposizione contraria. "

V.

Occupiamoci da prima degli articoli 1 e 3, discorreremo poi dell'articolo 2.

Il meridiano scelto passa per la città di Stargard in Germania, presso Termoli e per l'Etna in Italia, tagliando buona parte dell'Adriatico; questo fa che i Tedeschi chiamino l'ora che vi corrisponde ora di Stargard, e lo Schramm voglia, come fu detto, chiamarla ora Adriatica. Noi, se vogliamo, possiamo chiamarla ora dell'Etna; ma il meglio sarà attenerci alla denominazione di *ora dell'Europa centrale* stabilita dal decreto testè trascritto, che evita confusioni, è accettata all'estero, e rammenta il complesso degli Stati che ne fanno uso.

La differenza di longitudine fra il meridiano che dà l'ora dell'Europa centrale e quello di Roma (Collegio

Romano) è di minuti 10 e 5 secondi (1). Gli orologi italiani sono ora regolati sul tempo solare medio di Roma (Collegio Romano), quindi perchè camminino col tempo dell'Europa centrale dovranno essere portati avanti di 10 minuti, per gli orologi ordinarii i secondi essendo trascurabili.

Il 1° novembre poi, secondo il tempo dell'Europa centrale, comincierà quando gli orologi nostri segneranno mezzanotte meno dieci minuti. In tale istante andrà in vigore il nuovo modo di regolare il tempo in Italia. Se alla mezzanotte meno dieci minuti del 1° novembre (11.50 pom. del 31 ottobre) porteremo le lancette dell'orologio a segnare la mezzanotte precisa, li avremo così disposti secondo l'ora dell'Europa centrale.

La nostra vita ora si può dire interamente regolata dalle ferrovie; è quindi vivamente a desiderarsi che

---

(1) A Roma vi sono due osservatorii governativi situati l'uno al Campidoglio, l'altro al Collegio Romano; vi è la chiesa di S. Pietro, che per molti geograficamente individua Roma: questi tre punti hanno la loro longitudine ben nota. Di più l'Istituto geografico militare italiano conta, sulla carta d'Italia, le longitudini da Monte Mario presso Roma. Quando pertanto si discorre della longitudine di Roma, bisogna avvertire a quale dei suddetti punti ci si riferisce. L'ora nazionale italiana fu sempre data dal Collegio Romano, si è quindi il meridiano di questo che noi dobbiamo considerare. Nel Vaticano esiste un osservatorio, fondato da Leone XIII per iniziativa del compianto P. Francesco Denza: esso è destinato essenzialmente alle ricerche di astronomia fisica, fotografia celeste e meteorologia; lo dirige ora il P. Lais. Il Comm. Tacchini è direttore dell'Osservatorio del Collegio Romano, ed il Prof. Di Legge di quello del Campidoglio.

l'ora seguìta da esse lo sia e presto da tutte le amministrazioni pubbliche e private, vale a dire che da *ora ferroviaria* si trasformi in *ora legale*, moderatrice del vivere civile e di ogni pubblica e privata transazione.

L'ora dell'Europa centrale essendo oggi già adottata dall'Austria e dalla Germania, giungendo al confine di questi Stati non avremo più da toccare il nostro orologio come succedeva prima. La Francia avendo invece conservato l'ora di Parigi, alla frontiera francese noi dovremo passando il confine e per conformarci all'ora ivi in corso, far retrocedere il nostro orologio di 50 minuti e 39 secondi, perchè tanta è la differenza di longitudine fra il meridiano che dà l'ora al fuso dell'Europa centrale e quello di Parigi.

Coll'adozione dell'ora dei fusi orarii la differenza fra il tempo locale d'ogni città italiana, e l'ora ferroviaria (che diverrà presto legale e civile) si farà ancora più accentuata che al presente. La città che più se ne risentirà sarà Torino, per la quale il mezzodì medio locale sarà in ritardo di 29^m circa sul mezzodì che sarà segnato dagli orologi: il distacco massimo si avrà per Bardonecchia ad Occidente e per Otranto ad Oriente; Termoli, Catania, l'Etna, hanno ore locali che coincidono pressochè esattamente con quella dell'Europa centrale; giacchè sono situati assai prossimamente sul meridiano che dista di 15° ad Est da Greenwich, e che determina appunto quell'ora. Questo fatto non deve creare difficoltà: il divario fra le ore locali e la nuova ora non sarà maggiore che di 10 minuti rispetto a quello fra le ore locali e l'ora nazionale di Roma, quindi non altera per nulla, o se pur vuolsi, di ben poco, le abitudini, nè perturba gli orarii scolastici ed amministrativi (tutt'al più può richiedere per questi il ritardo d'un quarto d'ora, per pochi mesi); nè molto meno intralcia i lavori dei campi, che sono essenzialmente condotti non a

rigor d'orologio, ma secondo l'altezza del sole nel firmamento e le condizioni di luce che ne dipendono. Questo è uno dei grandi vantaggi del sistema dei fusi orarii, che concilia colla maggiore comodità e speditezza dei traffici e dei rapporti internazionali la conservazione degli usi e costumi prevalenti, tradizionali, e ben spesso razionali di tutta la regione abbracciata da ogni fuso.

Il decreto del 22 settembre 1866 che stabiliva che l'ora di Roma fosse adottata per le ferrovie, poste, telegrafi e linee di navigazione, non fu, che io mi sappia seguito da alcun atto del Parlamento che imponesse, quell'ora come legale negli usi quotidiani; pure senz'altro per la forza delle cose, essa lo divenne, con utile generale. Così siamo certi avverrà per l'ora dell'Europa centrale, che di tanto poco si stacca dalla nostra nazionale. Dia il Governo il primo cenno, e i grandi Municipii, siamo certi, adotteranno senz'altro la piccola, ma tanto vantaggiosa riforma, e in breve il buon esempio sarà ovunque seguito, e l'ora dell'Europa centrale sarà favorevolmente accolta e seguita in tutta Italia. Così il nostro paese realizzerà, nella miglior sua parte, quella trasformazione dell'ora che un italiano di molto ingegno, Quirico Filopanti, immaginava, primo fra tutti, fin dal 1859, esponendo in un suo libro inglese, *Miranda,* i principii fondamentali dell'unificazione dell'ora e del sistema dei fusi orarii. Il Filopanti voleva che il meridiano per l'ora universale fosse quello del Campidoglio, idea patriotica e non pratica, e che quindi non prevalse contro la preponderanza marittima, commerciale e cartografica del meridiano inglese di Greenwich.

Il sistema dei fusi orarii ebbe in Italia poi autorevoli propugnatori; gli astronomi Celoria, Naccari, Porro, Rajna, i geografi Ricchieri e Marinelli, un ingegnere ferroviario, il signor Giuseppe Rocca, un onorevole membro del Parlamento, il cavaliere Carlo Rizzetti. Si

occuparono della questione dell'ora propugnando il meridiano di Gerusalemme, l'Accademia di Bologna, il Padre Tondini de Quarenghi, l'onorevole Crispi, che, ministro, aveva indetta al riguardo una conferenza internazionale che poi non si tenne, gli onorevoli Sacchetti e Fagiuoli. Il ministro Genala col decreto poc'anzi trascritto ha risolto la questione adottando, secondo il debole parere nostro, con molta saviezza il sistema dei fusi; auguriamoci che popolo e Parlamento, se occorrerà, assecondino l'utilissima nuova riforma del tempo (1).

VI.

Vediamo ora come il sistema dei fusi orarii sia stato ricevuto dalle altre nazioni; ciò facendo, vedremo anche rapidissimamente lo sviluppo storico di tale idea.

Cominciamo dai nostri vicini. La Francia non volle sapere di unificazione d'ora, nè di meridiano unico che non fossero a base di meridiano di Parigi, e con decreto 15 marzo 1891 stabilivasi che: " L'heure légale en France et en Algérie est l'heure du temps moyen de Paris ". Per motivi amministrativi gli orologi esterni delle stazioni sono tenuti indietro di nove minuti, quelli interni di quattro.

Col decreto del 1891 la Francia ha, forse per molto tempo, ritardato l'adozione del sistema dei fusi, anche probabilmente per la Spagna ed il Portogallo, che hanno solo con essa comunicazione diretta ferroviaria. Se

(1) Tutto ciò è ora avvenuto, e senza difficoltà ed inconvenienti l'ora dell'Europa Centrale è entrata per la gran porta nella vita e nelle abitudini del popolo Italiano (1896).

l'isolamento di questa nazione sia dovuto ad amor proprio, forse esagerato sebbene non del tutto ingiusto, non sappiamo; certo è che voci autorevoli reclamarono e reclamano l'unificazione dell'ora colà, ed ingegneri ed astronomi s'adoprarono in vario senso e discussero la questione; ma oramai essa è decisa e certo non vi si tornerà sopra così presto.

Giova avvertire però che se anche la Francia volesse introdurre nelle sue ferrovie l'ora dei fusi, essa avrebbe quella di Greenwich (universale o dell'Europa occidentale) che ritarda un'ora esatta sulla nostra; quindi alla frontiera francese noi dovremo sempre, ad ogni modo, cambiar l'ora dei nostri orologi; sarebbe comodo, utile, che questo mutamento fosse di un'ora esatta; il male non è poi grandissimo se esso non è che di 50 minuti e 39 secondi.

La Svizzera si mostra animata da buone intenzioni ed accoglierà forse nel venturo anno l'ora dell'Europa centrale: per ora (fine settembre) i suoi orarii sono compilati sull'ora di Berna: pertanto, fino a nuovo avviso, noi dovremo, toccando il suolo della libera Elvezia, prenderne l'ora che ritarda su quella del secondo fuso di minuti 30 e 14 secondi (1).

La Svezia, il Luxembourg, la Serbia, l'Austria, la Germania, la Turchia per la rete ferroviaria di Salonicco, hanno l'ora dell'Europa centrale; quindi col 1° novembre gli orologi di tutti quei paesi segneranno mezzodì quando lo segneranno quelli d'Italia. In Germania, il generale Moltke fu uno dei più caldi patrocinatori dell'unificazione dell'ora, in favore della quale pronunziò, il 16 marzo 1891, l'ultimo suo discorso al Reichstag.

---

(1) La Svizzera ha adesso l'ora dell'Europa Centrale (1896).

L'Inghilterra, il Belgio, l'Olanda hanno l'ora del primo fuso, che ritarda di un'ora su quella del secondo; ivi gli orologi segnano le 11 antimeridiane quando i nostri indicano mezzogiorno.

La Rumenia, la Bulgaria, la Turchia, per la rete ferroviaria di Costantinopoli hanno l'ora del terzo fuso o dell'Europa orientale, che anticipa di un'ora su quella dell'Europa media. La Russia e la Grecia non si mostrarono per ora disposte ad introdurre nelle loro abitudini il nuovo sistema di computo orario. È indiscutibile che il sistema dei fusi non spiegherà tutta la sua pratica utilità se non quando sarà universalmente adottato. La Russia potrebbe far molto in questo senso, giacchè la sua grande estensione richiederebbe l'impiego di ben 10 fusi: due in Europa ed otto in Asia; ora essa si regola sull'ora di Pietroburgo in parte (ora che però non differisce da quella del terzo fuso che di 1 minuto e 13 secondi in più), e pel rimanente secondo le ore locali.

In Asia il Giappone ha, fin dal 1888, assunto come ora nazionale quella del decimo fuso, che anticipa di otto ore su quella dell'Europa centrale. Quando in Italia abbiamo il mezzodì, a Yokohama son già le otto di sera. Se da quella città alle otto di sera pertanto si spedisse un telegramma a Roma, se esso, per la trasmissione e pel recapito, richiedesse un paio d'ore, perverrà a mano del destinatario quando a Roma saranno le 2 pomeridiane e le 10 a Yokohama; quindi, malgrado quel ritardo, e se non si pon mente alla differenza di longitudine, sei ore prima del suo invio. Paradosso che il concetto delle longitudini distrugge subito, ma che porge ai fautori dell'ora universale un'arma contro i fusi orari. Essi dicono: il paradosso accennato non esiste più quando in tutto il mondo, ad un dato istante fisico, gli orologi segnino la medesima ora: allora

l'immaginato dispaccio giunge a destinazione due ore dopo la sua spedizione. Sta bene; ma se il telegramma fosse così concepito: " Stasera alle 8 (20 dell'ora universale) è arrivato il vapore *Europa* ". Quale *stasera?* Come *stasera?* Se il destinatario ha il telegramma alle 22 dell'ora universale, quando il sole è ancora ben alto in cielo? Non basta più il concetto della longitudine, bisogna ricorrere col pensiero alla posizione del sole colà, perchè l'ora non ve ne dice più nulla; coi fusi basta ricordare che Yokohama è ad est di Roma di otto ore, e la spiegazione dell'enigma è trovata; coll'ora universale si avrebbe a vincere l'istintiva ripugnanza ad ammettere che, ad ore uguali sugli orologi, ad un medesimo istante fisico, corrispondano, sia pure in paesi lontani, condizioni cotanto diverse quali sono quelle del pieno pomeriggio e della notte fitta; fenomeno reale, che anche alle menti meno coltivate riesce meno oscuro, quando gli orologi segnino ore che ad un dipresso siano fra loro collegate in differenza come il divario di quelle fasi di luce. La numerazione, o, se vuolsi, la denominazione delle ore, giova ripeterlo, deve essere netta, definita ed il più manifestamente e strettamente possibile legata ai fatti fisici che è destinata a rappresentare: il concetto della divisione del tempo deve essere accessibile a tutti, non solo a pochi iniziati; esso vuol essere chiaro e preciso anche per coloro che non hanno tempo d'imparare, e questi ricordiamolo, si chiamano legioni: altrimenti perchè nell'unificazione dell'ora non si ricorrerebbe alle astrazioni teoriche di Bessel ed Herschell, al *Normalmeridian?*

In Australia vi sono, secondo il sistema dei fusi, tre ore diverse, ma ora si è colà iniziato un movimento per adottare, in tutta la vasta colonia inglese, un tempo solo: quello che dista di 135 gradi all'est di Greenwich, e che anticipa sul tempo inglese di nove

ore, così l'Australia ed il Giappone verrebbero ad avere l'ora medesima. Agli estremi est ed ovest si avrebbe però in tal caso un'ora e mezza di divario fra l'ora locale e quella legale, forse non piccolo inconveniente e non conformemente al concetto fondamentale del sistema dei fusi orari, che vorrebbe tale divario non avesse ad oltrepassare mai una mezz'ora.

Nell' America meridionale, per quanto io sappia, nessuno Stato finora si è occupato della questione dell'ora: quei signori sono troppo occupati a cambiar di governo ed a regalarsi cannonate e bombardamenti per attendere a simili inezie.

Abbiamo riserbato per ultimo l'America del Nord perchè ivi fu la culla del sistema dei fusi orari, che vi trovò la più vasta e migliore applicazione; agli Americani si deve quindi l'onore della pratica attuazione di questa riforma. Nel 1875 la *Società meteorologica americana* diede l'incarico di trovar modo di riparare agli inconvenienti derivanti dal gran numero di ore in uso sul grande territorio dell' *Unione*, a due suoi illustri membri, i professori Cleveland Abbe e Benjamin Pierce; questi immaginarono il sistema dei fusi orari (delle *zone orarie,* come fu da principio chiamato) quale più sopra lo esponemmo, e che fu adottato a preferenza di tanti altri proposti. A questo sistema giunse pure, indipendentemente da altri, il signor Sandford Fleming, ingegnere capo delle ferrovie del Canadà, nel 1869: esso fu fatto conoscere in Europa dal professor F. A. P. Barnard, rettore della Columbia-University di New-York, e presidente della Società meteorologica di quella città, al Congresso della " Association for the Codification of the law of the Nations „ tenutosi a Colonia nel 1881. Il sistema dei fusi entrò in vigore sull'immensa rete delle ferrovie Americane il 18 Novembre 1883; la grande estensione della fiorente

Repubblica richiese l'impiego di ben cinque fusi. Questi sono quelli che hanno per meridiani centrali i meridiani situati rispettivamente a 60, 75, 90, 105, e 120 gradi di longitudine ovest da Greenwich, e le loro ore ritardano di 4, 5, 6, 7 ed 8 ore su quella di Greenwich. I cinque tempi che da quei fusi dipendono prendono ordinatamente i nomi di *Intercolonial time, eastern time, central time, mountain time* e *pacific time*, proposti del signor Allen, editore dell' " *Official Railway Guide* ". Queste ore *normali (standard time)* passarono in breve, o per legge, o per forza delle cose, dalle ferrovie alla vita civile; la città di Cincinnati l'adottò il 22 febbraio 1890, giorno anniversario della morte di Washington. Le esigenze amministrative e di configurazione dei vari Stati dell'Unione Americana costrinsero a dare ai contorni dei fusi bizzarre forme, così che a El Paso, nel Texas, per l'incontro di varie linee ferroviarie vengono ad aversi tre ore riferentesi a tre diversi fusi.

Sull'esempio dell'America l'Europa venne poco per volta, come si disse, applicando ai suoi mezzi di trasporto il sistema dei fusi orari; l'Inghilterra sola non ebbe nulla a cambiare. La sua potenza marittima, i lavori dei suoi astronomi la fecero signora del mare non solo, ma anche del tempo.

VII.

Ora veniamo ad esaminare l'altra parte del decreto del ministro Genala. Questo secondo articolo così suona: " Il computo di ciascun giorno pel servizio ferroviario verrà fatto di seguito da una mezzanotte all'altra ". Ciò significa che le ore si conteranno da una mezzanotte all'altra da 0 a 24. Il primo tocco

della mezzanotte segnerà il fine d'ogni giorno e della sua ventiquattresima ora, e del pari il principiar del giorno successivo e della sua prima ora, che si dirà zero, finchè non sarà compiuta. In questo modo di numerar le ore, quelle dopo il mezzodì, e che noi denominiamo pomeridiane, sono superiori a 12: pertanto volendole ridurre all'antico modo bisognerà da esse sottrarre 12. Così le 14 e 35, saran le antiche 2 e 35 pomeridiane; le ore inferiori a 12 saranno quelle fra la mezzanotte ed il mezzodì. Diverrà pertanto di nuovo alla moda il *portare il cappello sulle ventiquattro* che corrisponde al *cappello sulle undici e mezzo* (auf halb zwölf) dei Tedeschi, ben noto a quanti hanno frequentato le scuole germaniche.

Come ognun sa, il sistema di numerare le ore da 0 a 24, da una mezzanotte all'altra è in uso presso i telegrafi, come può vedersi sopra ogni telegramma; esso vi fu introdotto nel 1859 dal Bona, allora direttore generale delle strade ferrate, poste e telegrafi del Regno di Sardegna. Questa innovazione anche negli orarii ferroviarii, ha per iscopo di sopprimere le abbreviazioni ed i segni, spesso tipograficamente confusi e mal riusciti che servono a distinguere le ore antimeridiane dalle pomeridiane, quelle del mattino da quelle della sera, e l'ambiguità che può esservi nell'attribuire le 12, del giorno e della notte, piuttosto al mattino, che al pomeriggio; alla sera od al mattino. Il Signor Von Hesse-Wartegg ci fa sapere che la numerazione delle ore da 0 a 24 è seguita nel Canadà ed introdotta nelle scuole e che nello scorso anno fu presentata alla Camera ed al Senato degli Stati Uniti d'America una legge tendente a rendere legale tale numerazione; non ci consta che tal legge sia stata discussa ed approvata. Essa numerazione è tenuta dalle ferrovie dell'India inglese. Gli orarii ora in vigore (1° ottobre) sulle ferrovie dei

paesi d'Europa che pure hanno adottato il sistema dei fusi orarii sono compilati coll'antica divisione in antimeridiane e pomeridiane; i nostri col 1° novembre avranno le ore contate di seguito fino a 24. Questa innovazione non ha di per sè nulla di difficile, ma confessiamo che la troviamo per nulla necessaria; l'esempio della Germania, Belgio, Olanda, Lussemburgo, Inghilterra, Austria, prova che tale non la riconobbero neppure quelle grandi amministrazioni ferroviarie che pure ci precedettero sulla via della riforma dell'ora. Ne piace qui ricordare, che il sistema di numerare le ore da 0 a 24 negli orari ferroviarii figurava già nel 1867 all'Esposizione Universale di Parigi, accompagnato da utili e meditati suggerimenti, in un opuscolo dell'egregio cavaliere G. Jervis, solerte conservatore del Museo Industriale Italiano in Torino.

In principio da noi parranno un po' strane quelle ore espresse in numeri superiori al 12: molta gente poi, giacchè i pregiudizii son sempre vivi, a malincuore si servirà dei treni in partenza alle 13 (1 pom.); non si è forse da molti albergatori soppresso per le camere il numero 13, giacchè molti avventori rifiutavansi di abitare quelle che lo portavano? Quello che importa si è che gli orarii siano compilati in modo chiaro e netto, che contengano istruzioni al riguardo e sopratutto tabelle di paragone scendenti fino ai quarti d'ora, fra la nuova e l'antica numerazione. Sarà poi bene che i quadri-orario che stanno in tutte le stazioni, e che si dovrebbero trovare persino nelle fermate di minor conto, mostrino le ore delle partenze, degli arrivi, scritte nei due modi, in due colonne convenientemente intestate. È d'uopo poi che si abbiano alle stazioni due quadranti, o che un quadrante porti la numerazione intiera, scrivendo sotto il 12 in cifre arabiche in rosso il 24, o se vuolsi meglio lo zero, e sotto l'uno il 13 e così di seguito. I quadranti si potranno così modificare,

come dice il capitano marittimo signor Baroni, senza toccare i rotismi. Speriamo che non verrà mai in mente a nessuno di costruire orologi, o pendoli a suoneria col nuovo sistema. Che tintinnìo, che musica coi pendoli a ripetizione, e che hanno, come dicesi in termine tecnico, *la grande suoneria !* Ci sarebbe da scommettere che per molti ancora il ritorno delle 13 nefaste sarebbe ognor pauroso. Il fatto che gli orarii delle nazioni confinanti coll'Italia non hanno ancora la numerazione fino a 24, genererà certo un pochino d'imbroglio; quindi sono tanto più necessarie alle stazioni di frontiera tutte le misure di cautela sopra indicate, utili al personale di servizio, necessarie al pubblico. Nella *Guida orario ufficiale del viaggiatore in Italia* (1° settembre 1893) edita dal Civelli, a pag. 39, 40 si è, come esperimento, applicata l'ora telegrafica (numerazione da 0 24) ad alcune linee: assai probabilmente sotto questa forma verranno dati gli orarii che andranno in vigore al primo novembre. Noi non ci stanchiamo di raccomandare, specie per i confini, chiare indicazioni e raffronti di ore.

Questi raffronti, queste indicazioni sono tanto più necessarii, in quanto che, usandosi ancora in molti piccoli paesi dell'Italia centrale e meridionale il contare all'italiana (da 0 a 24 cominciando al tramonto), la confusione non sarebbe che troppo facile e quindi di tanto maggior danno a tanta brava gente.

Nè si creda che queste sieno puerilità; ci sono molti uomini distratti o corti di mente, che alla più piccola difficoltà s'imbrogliano, ed i servizi pubblici, debbono, non è che giustizia, essere alla portata di tutti; ciò non può che tornare di vantaggio all'amministrazione ed all'esercizio ferroviario medesimi. Poniamoci nei panni d'un contadino dimorante in un paesello distante tre o quattro ore di cammino dalla prossima stazione

di ferrovia, ove l'ora si ha all'indigrosso, e poi intenderemo, che effetto ci farà, avvezzi come siamo all'antica ripartizione del giorno, il sentirci dire che bisogna essere alla stazione alle 22 e tre quarti (10 e tre quarti pom.). Il facilitare anche per questi bravi cittadini del regno l'uso dei mezzi di comunicazione, sarà a benefizio di tutti.

Abbiamo detto di paesi ove l'ora si ha all'indigrosso, e che ciò sia, ben sanno quanti conoscono l'Italia da vicino; in molti e molti villaggi, su in alto fra i monti, solo il parroco ha il tempo medio, se pure l'ha, e l'ora si conta da tutti ancora alla moda del buon tempo antico, all'Italiana. Discorriamone un pochino di questa ora all'Italiana, secondo la quale i nostri bisavoli già misuravano il tempo sino a ventiquattro ore, come noi faremo per l'avvenire viaggiando sulle nostre ferrovie.

VIII.

Avvertiamo prima d'ogni cosa, che gli astronomi, sull'esempio di Tolomeo, contano nei loro computi le ore di seguito da un mezzogiorno all'altro, cominciando così il giorno astronomico 12 ore dopo il principio del giorno civile, che già Ipparco stabilì alla mezzanotte pur numerando le ore da 0 a 24.

Nel modo *italiano* di contare le ore il giorno incomincia verso il tramonto del sole e precisamente così. Quando il sole scompare dall'orizzonte sono le 23 e $^1/_2$, il crepuscolo dura mezz'ora, dopo la quale sono le 24, vale a dire che la giornata è terminata, e ne incomincia un'altra (1). Si suona allora l'*Ave Maria:* si

(1) Non è ben certo se gli Italiani del medioevo cambiassero data al tramonto, al principiare delle 24 ore che costituivano il giorno, od al mattino.

conta dopo *un'ora di notte, due ore di notte* e così di seguito: l'intervallo fra due tramonti successivi veniva diviso in ventiquattro ore. Questo sistema aveva per base il tempo vero, e ne presentava gli inconvenienti, fra i quali il principale, quello che li genera tutti e che lo fece abbandonare, si è che la sua unità fondamentale, il giorno vero, non è di lunghezza costante, ma varia colle diverse epoche dell'anno. Di guisa che un misuratore del tempo che cammini regolarmente non potrà sempre segnare zero ore, zero minuti, zero secondi ad ogni principiar di giorno: pertanto converrà, se si vuole che l'orologio cammini col sole, ogni giorno spostar d'alquanto le sfere, per fare che l'accennata coincidenza delle zero ore succeda coll'inizio del giorno. In Italia solevasi praticare questo spostamento delle sfere al tramonto; gli altri paesi lo facevano a mezzodì, così da fare che l'orologio segnasse ogni giorno le dodici quando il sole passava al meridiano, il che si diceva tener l'orologio sul sole, far saltar l'ora. Il passaggio del sole al meridiano, ossia il mezzogiorno vero era ed è dato visibilmente dalle *meridiane* od *orologi solari* a tempo vero.

Da molti l'ora non si faceva *saltare* tutti i giorni, ma solo quando il divario fra l'orologio ed il sole raggiungeva il quarto d'ora. Ad evitare però anche questa noia i meccanici produssero degli apparecchi che la eseguivano automaticamente. Si videro allora degli orologi a pendolo *ad equazione:* in essi un pezzo tagliato secondo una curva determinata, che rappresentava l'andamento delle variazioni di un anno, alzava od abbassava il punto di sospensione del pendolo, di guisa da renderne la durata delle oscillazioni variabile secondo le stagioni. Nel 1680 il celebre orologiaio Lepaute costrusse, per ordine del comune di Parigi, uno di tali congegni, in cui il pendolo alteravasi au-

tomaticamente in lunghezza e che destò l'ammirazione di tutti. Nel 1806, un pendolo ad equazione fu ancora premiato ad una esposizione. Il tempo medio pose poco per volta riparo a quelle noie, tolse ogni confusione, e segnò per l'uomo la vera conquista dell'ora, costante, ben determinata, sempre, ovunque a sè uguale, della vera unità di tempo.

Se il numerar le ore da 0 a 24, principiando il loro computo al tramonto, dicevasi all'Italiana, il contarle da 0 a 12, chiamandole antimeridiane e pomeridiane, e ponendo il cominciamento del giorno a mezzanotte, dicevasi *ultramontano* od *alla francese:* gli almanacchi davano il levare, il tramontare del sole, la mezzanotte ed il mezzodì *all'italiana* ed *alla francese*. In molti siti si avevano, sino a non molti anni fa, orologi secondo le due maniere: ci limiteremo a rammentare per Roma i due orologi di S. Pietro, i due di Piazza Colonna (ora ridotti ad uno), i due della Trinità dei Monti. Il Baedeker nelle sue famose Guide dà ancora oggi il parallelo fra l'ora francese e l'italiana, in un quadro che è quello che regola, secondo la Chiesa, l'ora di suonar l'*Ave Maria*.

Come conseguenza diretta del principiare la numerazione delle ore al tramonto si ha che la metà del giorno (l'istante del passaggio del sole vero al punto più alto del suo cammino diurno apparente, al meridiano), non capita mai all'ora istessa: esso avviene coll'ora italiana tra le 15 e $^3/_4$ e le 18 $^3/_4$ (per Roma). Il mezzogiorno non arrivava quindi mai a coincidere colle 14, donde il *chercher midi à quatorze heures,* per indicare chi vuol trovare cosa impossibile ad aversi.

A mezzodì del 3 dicembre 1749 s'introdusse in Toscana il primo orologio ultramontano, e l'Asclepi, dotto astronomo di quei tempi, ne patrocinò caldamente la causa: così fece il Troili, in occasione che un oro-

logio alla francese fu, per ordine del Duca di Modena, ivi portato nel 1757. Di poi i celebri astronomi Piazzi ed Oriani si pronunziarono energicamente contro il modo di contar le ore all'Italiana, ed in favore del sistema francese. Per contro l'orario italiano trovò strenui difensori nel Cordara e nel celebre astronomo francese Lalande. Nel suo *Voyage en Italie*, così istruttivo ancora oggidì, egli così scrive delle ore all'Italiana: " Gli stranieri non possono comprendere ciò che vi ha di naturale e di comodo in quest'uso: essi trovano che è strano di non avere sempre il mezzogiorno alla stessa ora; ma se si esamina la cosa senza pregiudizio, si troverà che il metodo italiano è forse il più naturale, perchè prima che si fossero inventate macchine per misurare il tempo, non si poteva partire da un punto più sensibile a tutti gli occhi di quello del tramonto del giorno, e finire le proprie occupazioni più naturalmente che col cessare della luce. I Francesi dicono che il loro modo è più comodo perchè non si è costretti a calcolare che ora è quando il sole è al meridiano; gli Italiani rispondono che si è da noi tutti i giorni obbligati di fare un calcolo per sapere a quale ora il sole si leva o tramonta, cosa che è ben più importante nella società, che di sapere quando il sole è al meridiano ".

Lalande ben conosceva che il giorno vero contato dal tramonto è meno costante unità di tempo, che il giorno solare vero contato dal mezzodì; ma soggiungeva che, dovendosi far *saltare l'ora* tanto nell'uno che nell'altro, poco importa che la discontinuità di tempo, il salto, sia di dieci oppure di 30 minuti. Gli inglesi già si servivano del tempo medio, per loro il *salto dell'ora* cessò presto di esistere. Lalande accenna che venendo egli in Italia (il suo libro vide la luce nel 1786) trovò che le ore alla Francese erano in uso a Torino, Parma e Firenze. Il *Palmaverde*, almanacco

ufficiale in Piemonte, seguitò quasi fino alla metà di questo secolo a dare tavole di paragone fra l'ora italiana e la francese.

Nel suonar le ore s'avevano in taluni luoghi usanze curiose. A Pianoro (provincia di Bologna) si suona un'ora di notte subito dopo l'Ave Maria, così si fa in altri paesi vicini; giacchè dicesi, a quell'ora si deve chiudere il campanile, non potendosi dopo di essa, fino a giorno, toccare le campane se non per suonare a stormo in caso d'incendio.

In tutta la valle d'Aosta, tranne che a Verrès, si suona l'*Angelus* alle 11, anzichè a mezzodì, come suolsi generalmente: si narra che ciò si faccia per commemorare la fuga di Calvino da Aosta che ebbe luogo alle 11 del mattino (1541); fuga che è ricordata anche da una croce che è piantata in Aosta in via Santa Croce.

In Basilea fino al 1798 vigeva l'usanza che gli orologi suonavano all'una ed alla mezzanotte un sol tocco. Chi attribuisce questo uso, ad una congiura mandata a vuoto, come afferma il Cantù, dall'artifizio del magistrato della città, che di essa avvisato alle 11 nè potendo provvedere, chè la congiura doveva avere il suo effetto alle 12, fece suonare il tocco a mezzanotte, gettando così la confusione tra i congiurati, che scompigliati desistettero dalla lor nefanda impresa: altri invece vuole che tale abitudine rimonti al Concilio tenuto in Basilea nel 1441. Siccome le sedute andavano troppo per le lunghe, alcuni che desideravano accorciarle, s'ingegnarono di fare a quel modo avanzare gli orologi. Così a Zurigo ed in valle di Mesolcina, solevasi, pochi anni fa ancora, suonare il mezzodì alle 11, forse come un salutare avviso alle massaie di non dimenticare il loro dovere e di tener pronto il desinare (1).

(1) L'illustre Rudolph Wolff discorre, se ben rammento,

E dalle guglie gotiche delle cattedrali antiche le campane di bronzo batteranno le ore, e dalle umili chiese dei villaggi remoti s'udrà gaio e festoso suonare il mezzodì; e l'ore si seguiranno inflessibili, inesorabili al felice ed al misero, per sempre, senza numero, senza fine. Trascorreranno i giorni, gli anni, i secoli: con fatal rintocco scoccheranno le ore dall'alto, inutile rimpianto del morto passato, fugace annunzio del fallace avvenire, nè mai l'istante giungerà che faccia vero il grido " Es ist vorbei! „ (1) Perchè?

Novembre, 1893 (2).

---

di questi usi nel volume 3 delle sue *Biographien* e nel n° 258 delle sue *Culturhist. Notizen in der Zürcher Vierteljahrschrift.*

(1) " È finito! „ *Faust* di *Goethe.*

(2) Questa data spiega il tempo futuro usato in qualche parte del precedente lavoro, scritto prima che venisse adottata in Italia l'ora dell'Europa Centrale.

IL METRO, IL CHILOGRAMMA,
IL MINUTO SECONDO

> But deepest of all illusory Appearances for hiding Wonder, as for many other ends, are your two grand fundamental world-enveloping Appearances, *Space* and *Time*. These as spun and wowen for us from before Birth itself, to clothe our celestial *Me* for dwelling here, and yet to blind it, — lie all embracing, as the universal canvas or warp and woof, whereby all minor illusions, in this Phantasm existence weave and paint themselves.
> (CARLYLE, *Sartor Resartus*). (1)

La Bibbia contiene un libro intitolato " I Numeri „ ove fra molte altre cose son noverati tutti quanti erano i figli d'Israello. Archimede ci lasciò nell'*Arenario* un libro poderoso, ove c'insegna molte cose giuste cercando di trovare il numero dei granelli di sabbia che potrebbero capire in sfere che, aventi il centro nel centro della Terra, avessero rispettivamente per raggio le distanze dalla Terra al Sole ed alle stelle fisse, quale egli

(1) Ma le più profonde di tutte le illusorie parvenze, per nascondere meraviglie, come per molti altri fini, sono le due vostre grandi parvenze fondamentali che avvolgono l'universo, Spazio e Tempo. Desse, quasi fossero tessute e filate per noi fin da prima della nascita istessa, per rivestire il nostro celeste Me per dimorare quaggiù, e pur per accecarlo, — giacciono tutto abbracciando, come il canovaccio universale o la trama o l'orditura, per cui mezzo tutte le illusioni minori, in questo fantasma di esistenza s'intessono e dipingono.

si credeva fossero; ed arriva a certi numeri che insegna a rappresentare. A ben altri risultati sarebbe giunto se avesse conosciuto quale enorme tratto separi la Terra dal Sole e dalle stelle fisse in realtà. I matematici hanno oggidì nella loro scienza molte qualità di numeri, intieri e frazionarii, positivi e negativi, razionali e irrazionali, reali ed immaginarii, primi e non, complessi, ideali, figurati, triangolari, tetraedrici, numeri figurati in senso lato, poligonali, piramidali, poliedrici, numeri perfetti, abbondanti e deficienti; numeri amichevoli, dei quali non si conoscono finora che tre copie, tanto l'amicizia è rara anche fra i numeri, numeri di diamante, numeri di Bernouilli e via dicendo. Gli astronomi vantano il numero d'oro, per tacere dei numeri degli astrologi da lungo tempo sfatati. La comune dei mortali ha i semplici e buoni numeri naturali che le servono a contare le uova, le mucche, i giorni, le piante e le ore; ma il buon popolo malgrado l'aritmetica che gli s'insegna fin dalla prima elementare, malgrado tante regole di numerazione, l'abbaco ed il pallottoliere manca, e come, di *numerario*. Ciò dovrebbe almeno servire ad introdurre nella vita quotidiana il concetto di numero negativo, ma a che gioverebbe? Un possesso negativo di qualche miliardo, quale è gloria d'Italia, non equivale forse ad un debito d'altrettanto? E quest'ultimo concetto il popolo d'Italia lo ha e gli basta e se ne contenta e continua a pagare, mentre continua ad aumentare il suo capitale negativo; che che se ne blateri nelle sfere ove l'aritmetica è poesia o bugia con versi, o peggio con bilanci, che non tornano mai se non a danno della paziente nazione.

Dei numeri che si presentano spesso nella vita, e son quelli piccoli, il concetto è in noi ben chiaro e netto; questa evidenza diminuisce man mano al crescere del numero. Quando diciamo cinque cavalli, la mente

nostra se li figura, dipinge, quasi li vede; se diciamo cento, nasce una piccola difficoltà, la mente non li abbraccia più tutti, non sa disporli a dovere nello spazio come nel primo caso. Quella difficoltà aumenta quando andiamo a dieci mila, a cento mila, al milione, al miliardo, e qui si fa tanto grande da rendere impossibile ogni rappresentazione concreta del concetto che quelle parole rappresentano. Per arrivare all'idea di milione bisogna ripetersi ben bene, che esso equivale a dieci volte cento mila; cento mila non è ancora confuso agli occhi dell'intelligenza, e ci serve di gradino non soverchiamente incomodo per salire al milione. Così è che in generale la scelta dell'unità per mezzo della quale si rappresenta un numero, è efficacissima a facilitare la comprensione di esso: se l'unità è nettamente individuata, facile sarà l'assurgere ai suoi aggregati, ai numeri. Negli usi della vita si va ingrandendo l'unità man mano che crescono le quantità a rappresentarsi, e ciò non solo per comodità di scrittura, ma più ad agevolezza d'intelligibilità. Così il metro serve a misurare stoffe, vie, campi; il chilometro strade e paesi: se lasciamo la Terra e vogliamo acquistare nozioni sulle distanze che ci separano dagli altri corpi celesti, il chilometro è troppo piccola unità, usandola, s'avrebbero numeri che poco o nulla ci direbbero nella loro grandezza; si ricorre allora prima al raggio terrestre, e poi al raggio dell'orbita che la Terra percorre intorno al Sole. Da ultimo, per le stelle, le distanze si esprimono non più a mezzo di unità di lunghezza, ma di tempo, dicendo quanti minuti od anni la luce impiega per venire dall'astro a noi, rammentando che la luce cammina in ragione di trecento mila chilometri al minuto secondo.

Il concetto di numero implica di necessità l'invariabilità assoluta dell'unità per tutto l'aggregato di cose che il numero rappresenta. Occorre però fare subito

un'avvertenza: quell'invariabilità *dovrebbe* essere assoluta, *può*, in pratica, non esserlo senza inconvenienti o confusione. Valga il vero, quando diciamo che la dstanza fra due punti è di cento metri, si ammette implicitamente che per tutto quel tratto il metro si mantenga *assolutamente invariato* in lunghezza, altrimenti quell'espressione cento metri non darebbe più alla mente rappresentazione alcuna della realtà della cosa. Qual cosa significherebbe infatti il dire 100 metri, se l'unità lineare materiale adoperata nel misurarli, venisse nel percorso mutando sua dimensione, avesse cioè una certa lunghezza al principio, un'altra alla metà, un'altra al fine? Nulla, se noi in modo veruno fossimo avvertiti di tali cambiamenti: qualche cosa invece d'assai vicino alla realtà, se ci fosse nota la legge che regola quelle variazioni. Vedremo fra breve come ciò appunto si supponga nella pratica, nella quale *mai* si verifica l'*identità assoluta con sè stessa* dell'unità, in tutto il percorso dell'aggregato di cose che essa vale a misurare.

Avvertiamo di passata che il concetto dell'unità di lunghezza variabile secondo la direzione e la distanza da un punto dato si è introdotta in matematica, nella così detta geometria non euclidea, elegantissima creazione della speculazione matematica moderna.

Stuart Mill *(Sistema di logica induttiva e deduttiva. 1879, 9ª edizione)* aveva stabilito la seguente proposizione: " In tutte le proposizioni sui numeri è implicata una condizione senza la quale nessuna di esse sarebbe vera, e questa condizione è una ipotesi che potrebbe essere falsa: è la condizione che 1 = 1, ovvero che tutti i numeri sono formati dalle stesse unità eguali fra loro ". Il caso in cui l'ipotesi di Mill non solo *può essere* ma è falsa è quello della pratica. In molti casi però, lo dicemmo, quest'errore dell'ipotesi è senza cattiva conseguenza, la non identità con sè stessa

dell'unità nulla toglie alla chiarezza dell'idea dal numero raffigurata; in questi casi non si richiede più una invariabilità assoluta, basta un'invariabilità relativa, stabilita per tacito comune consenso dalla necessità e dall'uso. Quando io infatti parlo di quattro uomini, basta che essi abbiano le caratteristiche dell'uomo, non occorre che siano tutti biondi, ugualmente alti, forti, pesanti, c'intendiamo dicendo quattro uomini, nè d'altro è d'uopo. Qui basta che l'unità risponda in modo molto grossolano alla condizione d'invariabilità, altra volta occorre che più da vicino vi s'accosti: così avviene per le monete, ed è per ciò che è sancita per legge la tolleranza nel peso di ciascuna: il peso essendo, data la materia, la caratteristica indispensabile alla validità di una moneta. L'invariabilità relativa dell'unità nel caso delle monete s'accosta già assai più all'assoluta che non nel caso precedente, e ci porta più d'appresso al concetto ideale, ma irrealizzabile, di un aggregato di cose misurato con un'unità perfettamente la stessa sempre ed ovunque; ci porta più vicino, o meglio meno lungi dalla coincidenza. Ripetiamolo, giova, nella pratica coi mezzi materiali dei quali siamo costretti a servirci nella vita, l'invariabilità assoluta della unità di misura, sia qual se ne vuole la natura, non si raggiunge mai; non esiste nè lo può. È volgare conoscenza, che non si dànno due esseri, due cose materiali, identici; è noto pure che avutili, per supposizione, in un dato momento, essi non si mantengono tali neppure per un istante, le forze di natura che su di essi incessanti agiscono in modo necessariamente diverso, distruggono immediatamente quella supposta perfetta uguaglianza iniziale. Le forze di natura agiscono, s'avvertì, diversamente sulle due cose supposte identiche. E come sarebbe altrimenti se per necessità, la risultante di quelle forze, di continuo variabile con esse, è diversa nei diversi punti dello

spazio, e per necessità pure due cose occupano nello spazio luoghi differenti? Quindi in natura, nel mondo fisico, quale è, o meglio quale ci appare, non si trovano due cose identiche (si rammenti in senso assoluto), nè mai, in nessun luogo una cosa è identica con sè stessa; niente è quel che era nè nello spazio nè nel tempo. Può darsi che siano immutabili nel tempo e nello spazio le leggi di natura, ma anche su questo la scienza oggi dà una grande probabilità, non già, e non lo potrebbe, la certezza assoluta.

È forse vero per tutta la natura quel che Casanova di Saint Galles poneva sotto un suo ritratto a sessantatre anni:

> Altera nunc rerum facies, me quæro nec adsum,
> Non sum qui fueram, non putor esse, fui.

L'alterarsi lento ma sicuro, immancabile d'ogni cosa terrena col tempo, la diversità delle condizioni fisiche da luogo a luogo sulla Terra, ne fanno evidente che sul nostro globo, e nella vita dell'umanità, una cosa non può essere nello spazio, non può conservarsi nel tempo identica con sè stessa, ben inteso in modo assoluto e per quanto riguarda le sue proprietà materiali. La scienza e l'industria giovano a riprodurre esperimenti e fatti così prossimamente identici, che ci servono e paiono come tali, in realtà, nel fondo non sono. Vedremo che per l'unità di lunghezza volendosi sottrarre alle conseguenze di tal fatto si dovette ricorrere alla luce, a questo agente misterioso, malgrado le più profonde teorie, i cui fenomeni paiono potersi riprodurre in condizioni assai vicine alla perfetta uguaglianza.

I fenomeni di natura, poi, sono simili fra loro, spesso ci possono apparire uguali, identici mai non sono, nè ci paiono, nè potrebbero essere. Se in molti casi noi non ne scopriamo la differenza, vuolsi attribuire

alle imperfette nostre conoscenze, ed ai mezzi d'investigazione che possediamo, così deboli da non permetterci di riconoscere, ed ancora imperfettamente, che la parvenza fugace ed esteriore dei fenomeni e delle cose, la superficie di essi, ci si consenta la parola. Ad una creatura onniveggente il divario, anche fra due cose per noi identiche, sarebbe enorme, due avvenimenti uguali per gli uomini si mostrerebbero ad essa, nella loro varietà grande. Bene disse il poeta:

But Ah! what once has been shall be no more! (1)

Quella che chiamammo invariabilità relativa dell'unità di misura vien fissata dalla natura delle cose o degli esseri del gruppo dei quali si discorre, dall'uso, dalla necessità cui per essa si soddisfa.

La misura del tempo avrebbe forse senso se la sua unità non fosse costante col volgere dei secoli? Costante in realtà non è, ma varia così di poco che la si può per migliaia d'anni riguardar come tale, e ritenerla anzi fra tutte la più prossima all'invariabilità assoluta, e pertanto il tempo si misura e si computa, sicuro, ma che è? Questione di lana caprina, lasciamola ai metafisici (2) e rammentiamo quel che diceva Ronsard:

Le temps s'en va, le temps s'en va, Madame,
Las! le temps non, mais nous nous en allons!

Nella pratica pertanto siamo costretti a star contenti di una tal quale approssimazione che cerchiamo di far

---

(1) Ma ahi! Quel che già fu non sarà più mai!
(Longfellow — Il cimitero ebraico di Newport).

(2) Circa il concetto di spazio e di tempo è per noi giusta la conclusione cui giunge Herbert Spencer: lo spazio ed il tempo sono completamente incomprensibili. Sotto taluni aspetti è degno di lettura attenta il libro di M. Guyau intitolato " *La genèse de l'idée de temps* ".

meno grossolana che ci riesca, a seconda dei casi. Un concetto ideale impossibile a realizzare coi mezzi materiali a nostra disposizione ci serve di guida, ad esso tentiamo, come meglio ne è dato, accostarci.

Fra i molti esempi che di questo vero si potrebbero addurre, vogliamo fermarci sopra tre fra i più comuni, ma i meno intesi: il metro, il chilogramma, il minuto secondo.

I.

Il metro fu detto una misura naturale e non è: lo erano molto più il passo, il piede, il cubito, il braccio che hanno volta a volta servito, ed in gran parte del mondo servono ancora di unità di misura: questi si riscontrano nell'uomo, quello non ci è fornito dalle cose naturali, ma con molti artifizi, ipotesi, misure e calcoli dedotto da una supposta forma della Terra. Il metro fu definito dagli scienziati francesi del 1799 quale lunghezza della decimilionesima parte del quarto del meridiano terrestre passante per Parigi. Questa definizione è breve, ma lungo è il cammino per giungere al dato che essa determina. Anzi tutto occorre conoscere la forma della Terra, da cui deriva quella del suo meridiano, poi di essa e di questo misurare la grandezza. Tutte cose che per noi striscianti sulla

Aiuola che ci fa tanto feroci

sono tutt'altro che facili ad aversi, e che anche oggidì non sono conosciute che con una relativa approssimazione.

Per arrivare alla lunghezza del metro si ammise che la Terra avesse la forma di un'elissoide di rivoluzione schiacciata ai poli, che potesse generarsi facendo ruotare

un'ellisse intorno al suo asse minore, quello della rotazione diurna terrestre. In questo concetto i meridiani terrestri sono ellissi, quindi il problema si riduceva a cercare la lunghezza comune di essi: si scelse di misurare quello di Parigi. Materialmente col trasporto di una stanga quella misura era impossibile; lo divenne coi dettati della geometria che insegnano a dedurre la lunghezza di un'ellisse quando si conosca quella di due suoi archi. I due archi adoperati per avere il metro non stavano sopra una medesima ellisse, ma, accettata l'identità dei meridiani, quelli furono riguardati come se vi stessero, e come tali introdotti nei calcoli, essi vennero misurati l'uno in Francia e l'altro nel Perù. L'arco di Francia fu misurato de Délambre e Mechain fra il rombar del cannone e la tormenta rivoluzionaria nell'ultimo decennio del passato secolo, fra pericoli e difficoltà d'ogni maniera e con immenso amore alla scienza. Bouguer, De La Condamine, Godin e due ufficiali della marina spagnuola attesero ai lavori dell'arco del Perù. Ora avvenne che molti errori, constatati in parte subito ed in parte più tardi, inquinavano le misure dell'arco di Francia, e da recenti studi appare pure errato l'arco peruviano. Così il metro campione che per decreto dell'Assemblea Nazionale Francese in data 22 giugno 1799 divenne l'unità di misura per le lunghezze, quale risultò dalla misura non corretta e dal confronto colla *Tesa del Perù,* che fu l'unità materiale adoperata in quelle misure, non è per nulla la decimilionesima parte del quarto del meridiano terrestre. I lavori posteriori condussero a dimensioni del globo terrestre da quelle prime e fra loro diverse, per cui la definizione teorica del metro non corrispondeva più ad una identica lunghezza, perchè ogni nuovo computo, a base di nuove misure, delle dimensioni terrestri, conduceva a lunghezze del meridiano terrestre fra loro differenti, tanto che s'in-

trodusse nella scienza l'espressione *l'errore del metro*. *L'errore del metro* è la differenza fra la lunghezza del metro campione di platino che si conserva negli archivi di Parigi, a zero gradi (1) centigradi di temperatura e quella della decimilionesima parte del quarto del meridiano terrestre quale vien dato dalle misure geodetiche. Risulta che il metro campione è più corto di tutte le lunghezze che al metro assegnano i computi geodetici finora istituiti (XI 1896). Clarke nel 1880 ha dato per errore del metro, rispetto alle dimensioni della Terra da lui calcolate ed ora generalmente adottate, millimetri 0,1868, che equivale a poco meno di tre spessori di capello umano, quando per questo si accetti con Bessel un quindicesimo di un millimetro.

Se si volesse che il metro reale corrispondesse alla sua definizione, bisognerebbe ad ogni nuovo computo della grandezza della Terra rifarlo, e cambiare tutti i modelli che ad esso si conformano. Ciò sarebbe fonte di confusione e d'incaglio enorme agli usi della pratica; perciò fu stabilito, che l'unità fondamentale del sistema metrico sia il campione di platino originale che si conserva negli Archivii di Parigi. A questo vengono paragonati i metri che debbono servire di campione presso le nazioni che adottarono il sistema metrico decimale: per eseguire questi confronti, che sono delicati e difficili, fu istituito in Parigi il *Bureau*

---

(1) È noto come in causa della dilatazione prodotta dal calore nei corpi, una stanga metallica abbia a differenti temperature differenti lunghezze, indi la necessità di fissare pel metro campione una data temperatura cui riferirlo sempre. La variazione in lunghezza nelle stanghe metalliche per la temperatura costituisce una non lieve difficoltà nella misura di precisione della lunghezza delle basi geodetiche.

international des poids et mesures. Questo ufficio utilissimo, d'importanza scientifica e pratica grandissima, pubblica di tratto in tratto i suoi rapporti, che contengono sempre studi notevoli intorno alla costruzione degli apparecchi di misura.

I progressi della scienza dopo aver provato, che pur stando alle antiche ipotesi, la lunghezza, di definizione, del metro varia ad ogni nuovo computo della grandezza della Terra, dimostrando che essa non è esattamente ellissoidica, e che la sua figura è mutabile, come più avanti vedremo, fecero evidente, che il metro quale fu decretato nel 1799 e quale è nei campioni che si conservano presso tutte le nazioni civili, non è misura *naturale,* come la si volle fare, ma essenzialmente *convenzionale.*

Con molta ragione però, osservava il gran Bessel, malgrado tutto ciò, non doversi abbandonare il sistema metrico decimale, non per diritto che abbia come misura naturale, ma per la bella armonia che introdusse fra le misure di capacità, di area, di lunghezza ed i pesi, ed il metodo di computo ora generalmente adottato; in analogo modo si espressero altri egregi uomini e segnatamente il Listing che nell'alta geodesia occupa un posto eminente.

Provvido consiglio pertanto è quello di conservare, malgrado le fluttuazioni che il progresso scientifico apporta alla sua lunghezza di definizione, come base fondamentale del sistema di pesi e misure, il metro tipo della rivoluzione francese. Fra qualche secolo, quando forse il sistema metrico decimale sarà più generalmente usato, quando tutti i continenti coperti da reti di triangoli geodetici avranno concorso a fissarne stabilmente la lunghezza, sarà forse concesso di operare un mutamento anche nell'unità fondamentale del sistema metrico decimale.

Con queste osservazioni volemmo presentare lo stato reale di una questione scientifica, e non giustificare vecchi pregiudizii e puerili gelosie di nazioni rivali. Il sistema metrico decimale, come istituzione civile, ha soddisfatto i voti degli spiriti saggi, e continuerà a destarne l'ammirazione, finchè le scienze avranno qualche attrattiva, e fino allora sarà una delle più pure glorie della rivoluzione francese. È infatti, che che ne sia avvenuto, una grande e geniale idea quella della creazione di un complesso di misure basato sulle dimensioni del globo, dalle osservazioni astronomiche legate a quelle del sistema solare: ben corrispondente al motto " A tous les temps, à tous les peuples „ inciso sulla medaglia coniata a rammemorare l'istituzione di quel mirabile e duraturo sistema.

Il sistema metrico decimale è ancora ben poco sparso pel mondo: l'immenso impero Britannico, le due Americhe, la Russia, l'Asia intera, l'Australia, l'Africa non l'hanno, e nei paesi stessi ove è legalmente in vigore esso non è penetrato ancora nella vita quotidiana, nè accenna ad esserlo. In Inghilterra però un intelligente movimento promuove energicamente l'adozione del sistema metrico: di esso nell'India già si servono ingegneri e scienziati in pubblicazioni semi-ufficiali; così che è prevedibile che tarderà ben poco a divenire legale nell'impero inglese. La stessa cosa può dirsi per gli Stati Uniti dell'America del Nord.

In causa del calore un *metro materiale,* di metallo o legno, ha in varii istanti (per temperature diverse) lunghezze differenti. Le variazioni di lunghezza così prodotte dal calore sono abbastanza piccole perchè negli usi ordinari della vita se ne possa fare astrazione; in essi pertanto è implicitamente ammesso che il *metro*, che vale ad effettuare le misure, abbia sempre la stessa lunghezza. Quelle variazioni non sono più trascurabili

nelle misure di precisione e di esse si tien conto con quei metodi e formole che la fisica fornisce. Qui appunto siamo nel caso dianzi accennato, in cui lungo l'aggregato che si misura, l'unità non si mantiene costante, ma varia con legge che si conosce.

II.

L'unità di misura per le lunghezze forse la più usata dagli uomini civili è il *yard imperiale* inglese che equivale a metri 0,9144: esso vien definito come la distanza fra due tratti incisi in una lastra metallica conservata nella Torre di Londra alla temperatura di sessanta gradi Fahrenheit (15,56 centigradi). Esso non fu derivato direttamente da nessuna quantità fissa in natura, sebbene i suoi rapporti con alcune di esse siano stati accuratamente misurati.

La legge votata dalla Convenzione Francese il 18 germinal dell'anno III del calendario repubblicano (7 aprile 1795), stabiliva pure, prima ancora che i lavori che condussero poi alla lunghezza del metro fossero terminati, che il metro legale dovesse essere delimitato da due tratti segnati sopra una stanga di platino. Per contro il metro che il 4 messidor dell'anno VII (22 giugno 1799) fu depositato agli archivi, aveva per lunghezza quella compresa fra le due facce terminali. Le leggi sono quasi sempre ubbidite così.

Il *yard* fu paragonato colla lunghezza del pendolo che batte i secondi ad una certa stazione delle vicinanze di Londra e colla lunghezza di certe distanze misurate in Inghilterra. Queste precauzioni furono prese, perchè essendo il *yard* campione, costrutto nel 1760, andato distrutto nell'incendio che nel 1834 divampò nel palazzo del Parlamento a Londra, si volle aver mezzo di ripristi-

narlo. Ciò si può fare con grande approssimazione, esattamente no. La lunghezza del pendolo che batte i secondi in un luogo dipende dalla gravità terrestre che è quella forza in virtù della quale i corpi pesanti cadono. Ora la gravità è variabile col tempo, per la diversa distribuzione della massa terrestre in causa dei processi geofisici, per l'aumento di massa prodotto dalle stelle cadenti, per la diversa posizione del sole e della luna, e finalmente per la velocità di rotazione della terra sopra sè stessa, che si ammette pure mutabile, sebbene di pochissimo e lentissimamente col tempo. Quindi in un dato luogo, a molti anni di distanza, la gravità non è più la stessa, diversa sarà quindi pure la lunghezza del pendolo a secondi; quando anche non si voglia badare al fatto, che in quegli anni si sarà certo imparato a misurarla molto più esattamente che non al principio di essi. Queste ultime considerazioni valgono anche per le dimensioni terrestri, e quindi per le distanze fra due suoi punti. Vuolsi aggiungere, per queste, che i continui movimenti cui va soggetta la crosta terrestre, il suo raffreddamento, rendono dubbiosa assai la fissità di due punti anche vicini, e quindi della loro distanza. È pertanto poco fondata, per il *yard* come per il metro, la pretesa di taluni scienzati di averlo così indissolubilmente collegato con date quantità della natura, da poterlo, ove ogni traccia n'andasse perduta, ripristinare colla misura di queste.

Avvertasi però che le variazioni col tempo della gravità in un luogo, sono piccolissime, e tali forse da rimanere inferiori agli errori d'osservazione, quindi se il collegamento del pendolo coll' unità di lunghezza, non deve considerarsi come *assolutamente* invariabile, lo è con una grandissima approssimazione sufficiente per la pratica: forse meno lo è il collegamento dell'unità

di lunghezza a distanze fra luoghi, anche per l'esattezza della loro misura di tanto inferiore a quella con cui sappiamo misurare la lunghezza del pendolo.

È curioso il fatto che in Francia, prima di scegliere il meridiano terrestre per derivarne l'unità di lunghezza, si era pure pensato al pendolo che dà il secondo. Per iniziativa di Carlo Maurizio de Tayllerand, già vescovo di Autun ed allora presidente dell'Assemblea nazionale e più tardi ministro di re ed imperatore, si era dall'Assemblea stessa stabilito " de faire déterminer à la latitude de 45°, ou toute autre latitude qui pourrait être préférée, la longueur du pendule et en déduire un modèle invariable pour toutes les mesures et pour les poids „: e ciò con decreto dell' 8 maggio 1790, sanzionato dal re Luigi XVI il 22 agosto dell'anno medesimo.

L' Assemblea nazionale francese aveva fissata la latitudine cui si doveva misurare la lunghezza del pendolo a secondi perchè è noto che questa varia da luogo a luogo colla gravità ed è minore là ove questa lo è pure, rispetto ad un altro luogo; cresce con essa, con essa diminuisce. Così al polo il pendolo a secondi è più lungo che all'equatore, perchè colà maggiore che quivi è la gravità. Ma dalla gravità dipende il peso dei corpi, quindi un corpo non pesa ugualmente dappertutto. Ciò si può provare a mezzo di quelle molle a spirale che servono a pesare; appendendovi un corpo a Roma, l'indice scenderà fino a quel segno che sulla scala indica, ad esempio, due chilogrammi; ripetendo l'operazione a Massaua l' indice scenderà di qualche frazione di millimetro di meno. Pertanto un mercante che adoperi un tal congegno per pesare, supposto costrutto esattamente per Roma, froderà un pochino il suo avventore se lo adopererà nel Nord d'Europa, froderà sè stesso usandolo all'equatore. Con una bilancia

a piatti si ha dovunque la stessa dose di una stessa sostanza corrispondente ad un dato peso.

Il chilogramma, che come si sa deriva dal metro, stando alla sua definizione varierà con questo; ma con esso rimarrà stabile se ci si attiene come si fa al campione che, assieme al metro, fu depositato nell'Archivio di Francia.

Le piccole variazioni della gravità, e quindi del peso dei corpi, della quale si trae gran partito nella scienza, non hanno influenza sulla pratica, nella quale possono essere riguardate e si ritengono come non esistenti.

La forza di gravità e con essa il peso dei corpi, non varia solo da luogo a luogo, come dimostrarono tutte le osservazioni da quelle di Richer (1672) a quelle appena compiute di Defforges e Sterneck, ma anche in un medesimo luogo, coll'altezza sopra di esso, ed anche col tempo. Anche queste variazioni sono piccolissime, e trovano la loro spiegazione nella legge con cui varia l'attrazione della massa terrestre, nell'attrazione delle montagne; e per le variazioni col tempo, nella posizione diversa della Terra rispetto al Sole ed alla Luna, nelle maree, e forse in taluni fenomeni geofisici. Le esperienze recenti di Rebeur Paskwitz a Potsdam ed a Teneriffa sono a questo riguardo molto istruttive.

La *gravità* non va confusa colla *gravitazione.* La *gravità* dipende dall'attrazione della massa terrestre, o gravitazione che dir si voglia, e dalla rotazione della Terra sul proprio asse: la gravitazione è indipendente da essa, ed agirebbe da sola, se anche la Terra fosse ferma, fra le sue parti, come fra i pianeti, come fra i mondi più lontani. Si è alla gravitazione universale, con quella legge che Newton scoprì, che sono tutti dovuti i moti dei corpi celesti, che da essa sono regolati e condotti, se vero è quanto finora non ebbe

esempi contradditorii, che tal legge regni ovunque sovrana. Strano a dirsi, noi sappiamo come opera quella forza universale, non sappiamo che cosa sia, ed intorno ad essa siamo più al buio ancora che circa la luce, il calore, l'elettricità ed il magnetismo. Un bambino, correndo, inciampa in un sasso e cade, perchè? La Luna segue la Terra, da tempo incalcolabile, e le sarà compagna per milioni di secoli, perchè? Il come, e della caduta del fanciullo e dei ritmici movimenti della Luna e dei pianeti e di taluni altri corpi celesti lo conosciamo assai bene, il perchè ci è ignoto. Quanto è vero quel che scrisse Melchiorre de Vogué: " par leurs merveilleuses découvertes les savants ont donné bien des *comment*, ils n'ont pas donné un seul *pourquoi* „. Avvezzi a parlare della gravitazione universale come della forza che tien librati in cielo i corpi celesti e li conduce per orbite immense ad un'incognita meta, noi abbiamo idee poco chiare circa il vero potere di questa forza. Poche e facili considerazioni valgono però a mostrarci che essa è una delle forze più deboli cui sia direttamente od indirettamente soggetta la materia.

Richiamiamo per un momento alla memoria l'esperimento fondamentale dell'elettricità e del magnetismo e che si ripete da più di 2000 anni, quello cioè del sollevamento dei corpi leggieri in genere, a mezzo dell'ambra strofinata, e della limatura di ferro a mezzo della calamita. Per produrre lo stesso effetto, per mezzo dell' attrazione dovuta alla gravitazione, pur conservando al corpo attraente le moderate dimensioni di un pezzo maneggiabile di ambra o di calamita, dovremmo farlo di una sostanza così densa, che il suo peso venisse ad essere al minimo di 454,000 tonnellate, mentre in generale, il pezzo d'ambra e la calamita pesano poche diecine di grammi *(Stewart e Tait)*. Diviene ovvio pertanto che la natura grandiosa della forza di

gravitazione, paragonata colle altre forze attrattive, è dovuta non alla sua superiorità in grandezza, ma alle masse enormi dei corpi che la esercitano. Fu necessario quel delicatissimo istrumento che è la bilancia di torsione (tanto usata per le ricerche sulla densità della Terra), per dimostrare più che per misurare la mutua attrazione di una grande e di una piccola sfera di piombo.

Circa la natura della *gravitazione*, che egli chiamava *gravità,* così si esprimeva Newton nelle sue ben note lettere a Bentley. " Voi parlate talvolta della gravità come essenziale ed inerente alla materia. Vi prego di non attribuirmi un tale concetto; giacchè la causa della gravità è qualche cosa che io non pretendo certo di sapere, e richiederebbe pertanto più tempo a discorrerne ".

" È inconcepibile che la materia bruta inanimata, senza la mediazione di qualche altra cosa che non sia materiale, agisca sopra altra materia e l'affetti senza mutuo contatto, come dovrebbe fare se la gravitazione nel senso di Epicuro fosse essenziale ed inerente ad essa ".

" Che la gravità possa essere innata, inerente ed essenziale alla materia, così che un corpo possa agire sopra un altro attraverso al vuoto, senza la mediazione di qualche altra cosa per cui mezzo ed attraverso la quale la loro azione e forza possano essere trasportate dall'uno all'altro, è per me un'assurdità così grande che io credo che nessun uomo che abbia in materia filosofica una competente facoltà di pensare, mai accetterà. La gravità deve essere prodotta da un agente operante costantemente secondo coteste leggi: ma io lasciai alla considerazione dei miei lettori il giudicare se questo agente sia materiale od immateriale ".

Dunque azione a distanza per la gravitazione, no.

Bisogna dunque cercare sulla via indicata da Newton: egli stesso parla nella sua *Ottica* di una possibile spiegazione, che potrebbe ottenersi assumendo che i corpi densi rarefacciano l'ètere attorno ad essi, in una ragione che è minore, quanto maggiore è la distanza. Clerk-Maxwell ha trovato delle difficoltà insormontabili nel dedurne i fenomeni reali per rispetto alla Terra. il P. Secchi propose nel suo libro " L'unità delle forze fisiche „ alcune idee per spiegare la gravità, ma esse, forse per l'indole loro, non entrarono affatto nella scienza. W. Thomson ha pur suggerito talune ipotesi che potrebbero in parte chiarire alcuni punti delle idee di Newton.

Tutti i tentativi fatti poi finora, per connettere la gravità coll'ètere luminifero o col mezzo richiesto per spiegare le azioni a distanza elettriche e magnetiche, fallirono, che che ne pensino certi filosofi (1), per cui si è condotti ad accettare, in mancanza di meglio quella che vien detta teoria dell'urto.

A questa teoria pubblicata nel 1818, Le Sage di Ginevra consacrò una mente in singolar modo acuta, durante la sua lunga vita; ma, malgrado ciò, i suoi scritti ultimi sull'argomento, sono assai poco in progresso sui risultati ai quali egli era giunto a 18 anni.

Egli ammette l'esistenza di *corpuscoli ultra mondani* volanti in ogni direzione attraverso lo spazio. Egli chiama quei corpuscoli ultramondani, perchè egli

(1) In molti e molti libri di filosofia si leggono sulla fisica, astronomia, matematica ed in generale sulle scienze fisico-naturali, spropositi così madornali, che sarebbero incredibili se non fossero pur troppo veri e comuni. In un libro francese di molta pretesa si arriva a dire che nel vuoto della campana pneumatica *la pesanteur n'a point d'accès.* Hegel, Hegel stesso, quante castronerie non ha egli detto discorrendo d'astronomia!

ammette che essi vengano in ogni direzione da regioni dello spazio, molto remote da qualsiasi più lontano punto dell'universo ci sia noto in un qualsiasi modo. Questi corpuscoli sono in numero infinitamente grande, ma così piccoli, che una collisione fra due di essi è un avvenimento straordinariamente raro. Si è picchiando contro le molecole della materia ordinaria che essi disimpegnano il loro ufficio di attrarre i corpi l'uno verso l'altro. Se un corpo fosse solo e libero nello spazio, egli riceverebbe da ogni parte l'urto di questi corpuscoli, volanti con enormi velocità, ma siccome in complesso riceve tanti colpi da una parte, quanti dall'altra, così egli non potrebbe perciò acquistare alcuna velocità sensibile. Ma se vi sono due corpi nello spazio, ognuno di essi riparerà l'altro, in una certa proporzione, dal bombardamento dei corpuscoli, così che la parte di ogni corpo che è rivolta verso l'altro sarà colpita da un minor numero di corpuscoli, numero invece che rimarrà inalterato nelle altre parti. Ciascun corpo sarà pertanto spinto verso l'altro, per effetto dell'eccesso degli urti che esso riceve nelle parti da questo più remote; e l'apparenza sarà che i corpi si attraggono.

Questo è brevemente il concetto fondamentale della teoria di Le Sage, sulla quale l'indole di questo scritto non consente più lungo indugio. William Thomson nel 1871 pubblicò una profonda memoria su questa geniale teoria con alcuni suggerimenti per il suo miglioramento, fondati sulla sua teoria degli atomi vortici (1).

(1) Su questo argomento sono particolarmente interessanti gli articoli *Attraction* ed *Atom* nella 9ª edizione dell'*Enciclopedia Britannica* dovuti a Clerk Maxwel. È strano che il P. Secchi nella sua Unità delle Forze Fisiche neppure menzioni la teoria di Le Sage, sulla quale per quanto ci consta poco o nulla si scrisse finora in Italia.

Un difetto grave di queste spiegazioni della gravità, come ben notano Clerk Maxwell e Tait, si è che esse richiedono qualche motore primo, che lavori oltre i limiti dell'universo visibile, o dentro ogni atomo: creando od annullando materia, comunicando nuova velocità ai corpuscoli già esausti, od in qualche altra maniera riparando l'esaurimento sofferto nel produrre la gravitazione. Un altro vizio si è che esse fanno la gravitazione come se fosse un mero effetto differenziale; implicando con ciò l'esistenza di accumulazioni di energia assolutamente gigantesche, in confronto di quanto si è fin qui osservato, od anche solo sospettato esistere nell'universo; e necessitante per ciò le disposizioni più delicate non solamente per mantenere la comunicazione dell'energia che constatiamo, ma anche per impedire che il sistema solare, e gli innumerevoli sistemi stellari, siano istantaneamente ridotti in frammenti.

In realtà pertanto la causa della gravitazione ci è perfettamente ignota. Solo una parte della superficiale apparenza delle cose è accessibile alla nostra mente, l'intimo ci sfugge. Il mondo materiale si svolge ai nostri occhi, ammirabile e vario nel moto e nella vita; ma la forza, forse lo spirito altissimo che tutto conduce e informa, si cela a noi; l'assoluto ci sfugge, la realtà si sottrae alle nostre indagini; la parvenza, il fenomeno effimero e mutabile, ci è solo concesso. Perchè?

III.

La gravitazione universale colla legge che Newton discopriva, regola i moti dei pianeti e delle comete, giacchè servendoci di essa noi possiamo predire per lunghi intervalli di tempo le loro posizioni in cielo.

Non è forse questo il più mirabile per grandiosità ed elevatezza, fra i risultati conseguiti dall'intelligenza umana? Obbedienti a quella gran legge gli astri si trovano là ove l'astronomo indica: che anzi a mezzo di essa fu possibile ad Adams ed a Leverier, stando al tavolo, e col solo magistero della matematica di scoprir Nettuno, che Galle a Berlino vide, pel primo, di pochissimo discosto dal luogo che quei sommi gli assegnavano in cielo.

Pare assai probabile che la legge di Newton governi anche i sistemi stellari; l'avvenire forse lo accerterà.

Si badi però che, ammesso pure che la gravitazione universale valga ovunque quale noi la conosciamo, essa non è la sola causa determinante dello stato attuale dell'universo. A determinarlo concorse, non meno energicamente, la distribuzione iniziale della materia sulla quale operava quella gran legge. Chalmers, Mill, Stanley Jevons, Lord Argyle, hanno profondamente esaminata l'influenza della *collocazione* dei materiali onde consta l'universo, *ab initio* in correlazione colla legge di gravitazione. A noi basti il tener presente che in ogni istante le condizioni e la configurazione dell'universo sono, sotto l'impero delle supreme leggi di natura, la conseguenza delle infinite altre che nello spazio e nel tempo le precedettero. Nel mondo inorganico, come in quello organico l'eredità è ingiusta, ma fatal sovrana, forse così è pure nel mondo morale e sociale: solo il genio, il divin genio, sembra sfuggirle, e solitarii ed infecondi i sommi campioni dell'umanità scompaiono di fulgidissima luce circonfusi, seco portando nella bara oscura il mistero profondo dei sublimi tormenti e delle ineffabili ebbrezze di loro arcane peregrinazioni nelle eccelse sfere, ove splende eterno il vero e brilla la bellezza immortale.

IV.

Per ovviare all'inevitabile variabilità dell'unità di misura di lunghezza e di quelle di peso e di capacità che nel sistema metrico decimale ne dipendono, si cercò se fosse possibile il trovare in natura un'unità, che se non assolutamente fissa, lo fosse però così da vicino da poterla riguardare come tale. Si ricorse perciò ai fenomeni della luce; questi vengono ora spiegati a mezzo di quella teoria che, dovuta a Cristiano Huygens, vien detta delle ondulazioni.

Secondo la teoria di Huygens la luce consiste in un movimento ondulatorio o vibratorio propagato attraverso un mezzo presente ovunque, anche in quelle regioni dello spazio che sembrano occupate da ciò che noi chiamiamo corpi materiali, cioè che hanno peso e che per noi costituiscono l'universo visibile e tangibile delle cose. Essa pertanto rassomiglia al suono che non è un'entità in cammino, ma un movimento propagato nell'aria, analogo al moto tremolo che si propaga da capo a capo di una corda tesa, ovvero simile alle onde che sembrano scorrere sulla superficie dell'acqua, mentre in realtà tale onda non è che una forma che s'avanza, il moto reale delle particelle acquee avvenendo verticalmente su e giù. Nella luce la lunghezza dell'onda è la distanza fra cresta e cresta di due rialzi successivi nella curva sinuosa, che, al pari che nella corda tesa e scossa rappresenta il modo di propagazione.

Le molecole dei corpi luminosi sono animate da movimenti vibratorii particolari che si comunicano all'etere che li trasmette in forma di luce colla velocità di trecentomila chilometri al minuto secondo.

La lunghezza dell'onda è quella che costituisce il colore, come nell'aria pel suono, essa costituisce il tono musicale: dicesi raggio la retta condotta perpendicolarmente alla superficie dell'onda partita dal punto luminoso. Nell'aria che vibra producendo un suono le sue molecole vibrano longitudinalmente secondo la retta o raggio di propagazione, nell'etere che vibra originando luce le particelle oscillano invece perpendicolarmente al raggio, l'ampiezza della loro escursione costituisce l'intesità della luce. Ai varii colori corrispondono differenti lunghezze d'onda, come ai varii toni del suono. La lunghezza di un'onda luminosa varia fra circa settecento e sessanta milionesimi di millimetro per l'estremo rosso dello spettro, e circa trecento e novantatre milionesimi per l'estremo violetto. Per farci un'idea di queste piccole lunghezze pensiamo allo spessore o diametro di un capello umano: or bene in questo diametro, che nel linguaggio ordinario è la corrente espressione della più piccola quantità immaginabile, contiamo ottantotto volte la lunghezza d'onda corrispondente all'estremo rosso e 167 volte quella dell'estremo violetto (1).

La forza che è la causa della sensazione della luce produce pertanto ondulazioni inconcepibilmente minute nel mezzo etereo, e queste ondulazioni sono propagate colla velocità di trecentomila chilometri al secondo, entrano nell'occhio, percuotono la retina e son così seguite, per noi, dalla senzazione della luce.

(1) Se si prende con Bessel per spessore del capello umano un quindicesimo di millimetro ossia 66 *micron* (il *micron* è il millesimo di millimetro), la lunghezza di onda per l'estremo rosso è di 0,760 *micron*, e quella dell'estremo violetto di 0,393 *micron*. La lunghezza d'onda pel violetto è un poco più della metà di quella pel rosso.

Quando queste ondulazioni sono di tal lunghezza che *solo* trecento e novantacinque trilioni di esse entrano in un minuto secondo nell'occhio, noi abbiamo la sensazione della luce rossa; quando invece esse divengono così brevi che in un minuto secondo ne entrano nell'occhio settecento e sessantatre trilioni, noi vediamo la luce violetta. Ondulazioni di ampiezze intermedie dànno sensazioni di altri colori dello spettro fra il rosso ed il violetto.

Ai varii colori dello spettro corrispondono così varie lunghezze d'onda. Quei varii colori possono essere prodotti bruciando differenti sostanze, la cui presenza in una luce, è, come è noto, svelata dalle righe caratteristiche del suo spettro.

Fin dal 1868 il P. Secchi propose che si prendesse per tipo invariabile di lunghezza, la lunghezza d'onda di una determinata regione, o meglio riga dello spettro del sodio o dell'idrogeno. Ecco quanto egli scrive in proposito (1):

" Giacchè siamo in questa materia noteremo che le onde luminose sono capaci di darci un campione di misure affatto assoluto e inalterabile. La lunghezza dell'onda della prima riga *D* del sodio, per esempio, o la *C* dell'idrogeno sarà sempre identica finchè quel metallo e questo gaz conserveranno la loro natura. Quindi essa è un tipo invariabile di lunghezza come la natura stessa degli elementi chimici, e perciò può servire di campione per le misure lineari.

" Nè deve sembrare strano tale campione (étalon) di misura per la sua piccolezza, poichè è meno distante dal metro, che il metro dal suo prototipo, cioè il quarto del meridiano terrestre. Si era voluto stabilire, come si sa, che il metro fosse il diecimilionesimo del qua-

(1) Unità delle forze fisiche. Edizione 1874.

drante; quella dell'idrogeno nel rosso sarebbe anche maggiore. D'altronde queste misure dell'onde sono concluse da quelle delle frange dei reticoli che sono assai più grandi, e quindi oltre la facilità delle misure, si ha anche la sicurezza di poterle ripetere dappertutto collo stesso risultato „.

Questa idea del Secchi si presentò ad altri, ignari o dimentichi di lui, e pochi anni or sono Sir William Thomson, insegnava come un viaggiatore cosmico ipotetico, ben dotto in fisica, e con semplici mezzi, avrebbe potuto rifornirsi di centimetro, come unità di lunghezza, se l'avesse smarrita. In questi ultimi tempi Michelson, fisico americano, istituì in questo senso accuratissime esperienze.

V.

Il suono è prodotto dalle vibrazioni delle particelle d'aria: la luce, assai probabilmente è dovuta alle vibrazioni di un mezzo etereo, nel quale sembra essere immersa quella parte di universo accessibile alle nostre indagini. La mente è incapace a rappresentarsi lo stato dell'atmosfera scossa per lo sparo delle artiglierie e per i fuochi di moschetteria, in quelle prove dell'alta natura umana civilizzata che sono le battaglie; od agitata dai mille suoni della sinfonia della Semiramide o del Tanhäuser. Nessuna idea poi si può avere della condizione dell'Oceano etereo attraverso il quale volano in ogni direzione le luci dei milioni di soli che popolano lo spazio. Là, in quel dominio che il pensiero appena intravede, alla radice stessa delle cose, tutto è fremito e vibrazione; ogni ultima particella, si scuote, oscilla, e l'onda vola fulminea e percotendo milioni di volte la retina, ne racconta l'istoria del creato.

Ma alla superficie, all'aspetto esterno della natura, una calma solenne lusinga e illude. Quando nel tranquillo silenzio d'una notte stellata si rivolge lo sguardo al firmamento, misurate e lente camminano le stelle in cielo, sorgono ad oriente, e con immancabil giro attraverso il fondo oscuro declinano ad occidente, e l'une da altre sono seguite, ed una sol legge conduce l'invariato andar d'ognuna.

Vana parvenza, puerile illusione quanto scorgiamo. Quei soli turbinano, roteando fuggono per l'etra, e dall'immane massa cosmica alla particella eterea tenue inconcepibilmente, ogni cosa nello spazio è in movimento: la quiete, il riposo assoluto sono banditi dal mondo. E tu chiedevi pace, coll'anelante anima affranta pace imploravi istantemente, dolce Evelina!

Apparenza è del pari il monotono andare delle stelle in cielo, apparenza che genera il rivolgersi della Terra sul proprio asse. In prefisso cerchio gira ogni parte di nostro mondo, dal novissimo giorno, ma col mutar de' tempi muta pur esso lentissimamente, e così che per migliaia di secoli invariato ne appare il rivolgimento di esso.

Dal moto della Terra sul proprio asse, e che produce il ritmico avvicendarsi dei giorni e delle notti, fu dedotto, come s'insegna nei libri più elementari, l'unità fondamentale del tempo che è il minuto secondo. Vedremo altra volta come e perchè varii la velocità del moto di rotazione della Terra intorno al proprio asse e quali siano di tal variazione le probabili conseguenze cosmogoniche. Ora ne basta l'avvertire che se cambia il tempo che la Terra impiega a compiere un'intiera rotazione sopra sè stessa, cambia pure il minuto secondo che di quella durata è frazione sicuramente determinata: cambia il minuto secondo, ma così adagio e di così poco che finora si ritiene lo

si possa, per molti e molti secoli indietro e per moltissimi altri in avanti riguardare come costante. Ciò nullameno vedesi che, in modo assoluto, fissa e immutabile neppure è la unità attuale di tempo, che l'agitato scorrere di nostra vita mortale segna e misura.

Ai sommi fisici Thomson e Tait si presentò un pensamento curioso, per ovviare alla variabilità sia pure lentissima dell'unità di tempo: la trascriviamo colle loro parole:

« L'ultimo modello di accurata cronometria sarà (se la razza umana vivrà sulla Terra per pochi milioni d'anni ancora) fondato sulle proprietà fisiche di qualche corpo di carattere più costante che la Terra: per esempio, una molla metallica accuratamente disposta, e suggellata ermeticamente in un vaso, nel quale si sia praticato il vuoto. La durata di vibrazione di una tal molla sarebbe certamente più costante di giorno in giorno che quella del bilanciere del miglior possibile cronometro, perturbato come è questo dall'andamento del meccanismo col quale è connesso, e sarebbe certamente più costante di secolo in secolo, che la durata della rotazione della Terra (raffreddantesi e stringentesi come certamente fa in una ragione che deve essere molto considerevole in cinquanta milioni di anni) ».

Clerk Maxwell poi suggerì l'idea di servirsi, anche per il tempo, della luce, adottandone per unità la durata di una vibrazione di quella particolar specie di luce, la cui lunghezza d'onda sarebbe l'unità di lunghezza. Egli poi e Thomson suggerirono altre unità, matematicamente definite, delle quali perciò appunto qui non è concesso ulteriore discorso.

Circa la vibrazione della molla proposta da Thomson e Tait è lecito osservare quanto sia difficile l'ammettere, pur supponendo che nulla di straordinario incontri la Terra in sua celeste carriera, che le dimensioni e

più ancora l'elasticità di un nastro di metallo lavorato, si mantengano perfettamente inalterate anche per i pochi milioni d'anni considerati da quei dotti.

Intorno all'unità pel tempo voluta da Clerk Maxwell nella durata della vibrazione di una determinata luce, ecco quanto scrive quel fortissimo pensatore che è Stanley Jevons:

„ Dal punto di vista teorico, non vi può essere dubbio ragionevole che le vibrazioni della luce siano, per quanto ci è lecito dirlo, di tutti i fenomeni, i più fissi. Come sempre, non vi è certezza su ciò, giacchè le proprietà della base della luce possono alquanto variare nelle differenti parti dello spazio. Ma nessuna differenza potrà mai rintracciarsi fra le velocità della luce nelle differenti parti del sistema solare, e gli spettri delle stelle mostrano che le durate di vibrazione colà non differiscono percettibilmente da quelle di questa porzione dell'universo. Quindi ogni presunzione è in favore dell'assoluta costanza delle vibrazioni luminose — assoluta, cioè, fin dove giungono i mezzi di ricerca, che si ha probabilità di possedere. — Dal punto di vista teorico quindi, le grandezze suggerite dal prof. Maxwell, sembrano essere le più fisse di quante noi abbiamo in qualche conoscenza, così che esse divengono le unità naturali „.

Gauss ha introdotto nella scienza le *unità assolute*, ora così generalmente adoperate in fisica e meccanica, ma l'indole loro qui non consente che la mera loro menzione.

VI.

Con le nostre unità di misura noi esprimiamo a quel miglior modo che ci è dato l'intervallo che nella successione intercede fra due fatti, fra due fenomeni,

e la distanza che separa due oggetti, due corpi; lavorando sopra entità della cui essenza non abbiamo alcuna idea. Ogni nostra conoscenza è relativa, la costituzione ultima delle cose ci è sconosciuta, un velo impenetrabile la ricopre; una barriera insuperabile ci sbarra la via alla natura intima della materia. Ipotesi, supposizioni, null'altro ci è dato formulare. Sul regno della forza poi le nostre conoscenze sono nulle affatto, ed il sublime balenar del pensiero è per noi impenetrabile mistero.

Travolti dal turbinar del tempo incessantemente pel tenebroso immenso orrore dell'immutabil spazio, quale sopra l'onda nera di sconvolto mare, in notte senza stelle, nave senza nocchiero erra paurosa, noi trascorriamo in balìa del fato questa strana esistenza nostra, senza posa vogando alla bianca scogliera della morte. Il perchè della vita ignorando e delle cose, la ragione del dolore a noi vietata, andiamo verso ignota meta: la speranza sola ne porge pietosa la mano, e benefica illusione ne sorregge; fidati compagni, il lavoro, il fecondo benedetto lavoro, il conscio oblio, la dolce carità, un vero affetto, a noi porgono aiuto e conforto in fin che nella suprema ora, coll'ultima vibrazione dell'etere, ne giungerà del vario mondo l'indifferente addio.

Agosto 1894.

INVERNO

L'inverno è per noi quella stagione nella quale incomincia l'anno, quel ciclo convenzionale di tempo, che inesorabilmente fa che sia sempre vera la risposta che Edippo gettava vittorioso alla sfinge, che quell'animale che cammina nella sua vita successivamente con quattro gambe, poi con due e presso a morte con tre è l'uomo.

Quando muore un potente della Terra, ed il successore ne cinge la corona, gridan le genti: " Le roi est mort, vive le roi! „ Ma quando muore l'anno, questo vero re dei re, che despota inflessibile tutto cancella e distrugge, più si rimpiange il dipartito sovrano che non si saluti con gioia il successore. Gli augurii di capo d'anno son là a provare quanta trepidazione, quanta paura incuta agli uomini l'incerto domani.

Demain c'est la grande chose
De quoi demain sera-t-il fait?
L'homme aujourd'hui sème la cause,
Demain Dieu fait murir l'effet.

E l'anno stesso, quasi conscio di sua breve fatal carriera, nasce in una mesta, crudel stagione, l'inverno. E mesta e muta è la natura: sotto il bianco lenzuolo di neve, dormono il fecondo sonno della preparazione i germi della Terra. Trema di freddo il poverello nel meschino abituro; s'avvolge ben stretto nel mantello il viandante; s'arricchisce di tartufi e d'ostriche la mensa del gaudente e di pegni il monte di pietà.

I.

Diverso nei tempi e nei luoghi è l'inverno.

Lasciamo stare quanto avvenne prima che l'uomo imparasse a registrare le varie vicende sue, e badiamo solo a quello che accade dacchè si scrive, con relativa veridicità, l'istoria ed a quanto i viaggi e le più recenti osservazioni ci hanno insegnato.

Diverso per durata, rigidezza ed indole è l'inverno nei varii luoghi della Terra. All'equatore e nelle regioni tropicali più che per la temperatura l'inverno si differenzia dalla state per l'umidità e la pioggia. Ma di mano in mano che noi ci allontaniamo dall'equatore, il divario fra le stagioni s'accentua sempre più e l'inverno diventa di fatto la fredda stagione. Però non tutti i punti egualmente distanti in latitudine dall'equatore (posti sullo stesso parallelo) ed aventi pertanto eguale clima matematico o solare, hanno inverno d'identica natura. Hanno inverno rigido i luoghi situati nell'interno dei continenti, mite le rive del mare e dei laghi. A ciò son dovuti parecchi fatti assai strani.

L'inverno è meno freddo in Irlanda che nel Nord dell'Italia continentale, e sulle graziose coste del Devonshire si vede l'agave messicana fiorire in piena terra e gli aranci in spalliera portar frutti. Fatti questi in parte dovuti alle correnti marine calde che si spingono fino a quelle regioni. Il freddo per contro dell'interno dei grandi continenti settentrionali è rigorosissimo. A Montreal e Quebec nel Canadà si possono in taluni inverni costruire veri palazzi di ghiaccio ove si dànno feste e spettacoli. Un palazzo di ghiaccio fu pure costrutto a Pietroburgo nel terribile inverno del 1740. Era lungo 17 metri, largo 5 ed alto 7, il mate-

riale da costruzione fu provveduto dall'acqua della Neva solidificata. Davanti al palazzo furono disposti in batteria sei cannoni di ghiaccio con affusti e ruote della materia medesima. I cannoni furono sparati alla presenza di tutta la Corte ed a sessanta passi di distanza, uno dei proiettili perforò una tavola spessa ben cinque centimetri. Questi fatti son raccontati dal signor Leclerc nella sua opera intitolata: " *Histoire de la Russie ancienne et moderne* ", nella quale vedesi un'immagine del detto castello di ghiaccio, descritto anche dal signor Graft. E poichè siamo in Pietroburgo restiamoci ancora un momento per rammentare un fatto che si racconta vi sia successo durante un inverno rigidissimo. In una festa da ballo l'atmosfera della sala essendo divenuta pel soverchio caldo afosa ed opprimente al punto che le signore cominciavano a svenire, gli uomini arrampicandosi su per le pareti, per dare accesso all'aria, ruppero i vetri delle finestre poste molto in alto. Tutti allora ebbero la sgradita sorpresa di vedere la neve cadere nella sala, perchè l'umidità dell'aria nell'interno di essa, si congelava istantaneamente per causa del freddo. La formazione della neve, cagionata dall'introduzione della freddissima aria esterna in una camera molto calda, fu pure osservata a Tornea in Lapponia nel 1737 dagli Accademici francesi che vi erano per la misura dell'arco di meridiano.

Non ad altra causa che alla condensazione del vapore acqueo atmosferico a temperatura di circa zero gradi è dovuta la formazione della neve in generale. Spesso può nevicare a temperature superiori al punto di congelazione, ma non mai quando l'eccesso è alquanto notevole; epperò vi hanno molte parti del globo nelle quali al livello del mare la neve non cade mai. Così a Roma nevica raramente e scarsamente. Nevicò a Roma in discreta copia, a memoria d'uomo, il 25

gennaio 1840, nelle vie la neve raggiunse l'altezza di 30 centimetri; poi vi fu la famosa nevicata dei 16, 17, 18 dicembre 1846; il 10 febbraio 1887, s'ebbe neve abbondante, che però a mezzodì era già sparita; di questa nevicata leggesi una bella descrizione nel *Piacere* di Gabriele D'Annunzio. Nei primi giorni di gennaio dell'anno 1894 la neve cadde due volte in Roma. Nell'anno 171 prima di Gesù Cristo, l'inverno fu sì lungo e sì rude che la neve, di un'altezza prodigiosa stette per ben quaranta giorni sulle piazze ed il Tevere gelò tutto. Nel 1812, si gelò a Roma il piccolo lago di Villa Borghese, e gl'Inglesi ed i Tedeschi allora in Roma vi *pattinarono,* esercizio e spettacolo altrettanto nuovo quanto curioso per i buoni Romani.

Quando nevica a tempo tiepido, la neve cade a larghe falde, che risultano dall'agglomerazione di altre più piccole; esse si formano solamente quando l'aria è molto umida. Se invece la stagione è fredda e secca come nelle alte montagne, la neve cade a mo' di polvere asciutta, ovvero in piccoli grani simili a quelli della grandine, ma molli. Queste falde o grani di neve, sono agglomerati di piccole lamine cristalline, che appartengono al sistema esagonale. Questo fatto che destava la meraviglia di Keplero è menzionato da Olao Magno nel suo libro *De Gentibus Septentrionalibus* che vide la luce in Roma nel 1555. Nel 1660 Tommaso Bartolino dedicò un libro alla figura della neve, e di essa si occuparono poi anche Descartes, Cassini, Engelmann, De Saussure, Glaisher ed altri molti, specie negli ultimi tempi e in questi ultimi mesi Hellmann con uno studio accuratissimo.

Numerosissime e svariate sono le forme che presentano i cristalli di neve. Il capitano Scoresby nei suoi viaggi polari ne ha disegnate novantasei forme e Kaemtz, insigne meteorologo russo, pensa che ve ne siano ben

più di cento. Ecco come ne parla Tyndall, l'eminente fisico inglese: “ Una nevicata sul Monte Rosa non è altro che una pioggia di fiori gelati. Tutti erano a sei foglie, alcune di queste correvano come scanalature anulari e dentate, altre erano arrotondate, ed altre acuminate come freccie: alcune foglie erano spesse, altre reticolate, ma non si verificò mai una deviazione dalla configurazione a sei foglie. La natura pareva volesse rifarci della privazione del panorama di lontani orizzonti, e spargeva perciò su di noi gentili fiorellini di ghiaccio. Se un genio della montagna mi avesse proposto la scelta fra il panorama e quei fiori di ghiaccio, io avrei esitato prima di lasciare questa stupenda vegetazione. Il pensiero nè riempì di meraviglia, la vista di diletto. Immaginiamoci l'occhio dotato di una forza microscopica capace di distinguere le molecole costituenti queste stelle cristalline, di osservare il nocciolo solido che si forma nell'aria e vi si libra, di constatare come esso attiri a sè gli atomi affini e questi si ordinino come se si movessero con tatto. Davvero che una tal mostra della potenza, una così chiara dimostrazione di una intelligenza residente in quella che noi chiamiamo materia insensibile, apparirebbe miracolosa, e tuttavia in realtà, se noi potessimo vederla, supererebbe di gran lunga la nostra fantasia. Se il Palazzo del Parlamento si fosse fabbricato da sè, in virtù di una forza insita nei mattoni e nei massi di pietra, senz'aiuto di muratori o di scalpellini, non vi sarebbe in questo fatto nulla da destare in noi maggior meraviglia, che nell'architettura molecolare che ci affascinò sul Monte Rosa „.

Discorrendo dei cristalli di neve, di questi fiori gelati, non so trattenermi dal riportare alcuni versi del poeta russo Ogaref, messi in italiano dal signor Ciampoli.

LA NEVE

Scendete, scendete, fiocchetti di neve,
Scendete per l'aria che tutti ne agghiada,
La terra vi accoglie, la mota vi beve,
Il tetto si adorna, si copre la strada.

Volate, farfalle, dall'ali sì bianche,
In mille ricami gli abeti adornate,
A nembi, ad ondate, o in turbine, o stanche,
Volate fiocchetti, farfalle volate.

E se pel sentiero trovate un mendico,
Coprite i suoi cenci, vestitelo a festa;
Un gelido letto, ma molle, pudico
Gli fate ove possa poggiare la testa,

E quivi, sognando ricchezze ed affetti,
Vedrà l'ultim'ora dei giorni penosi...
Copritelo a nembi, volate fiocchetti,
Poichè più dei ricchi sarete pietosi.

Con questi fiorellini così esili e gentili, i bambini nell'inverno fanno ometti e colossi, statue e palazzetti; con essi arrotondano le pallottole di neve delle incruenti ma non codarde loro battaglie. Con quei mirabili fiorellini la natura fa i ghiacciai e le valanghe, alimenta i fiumi ed il mare, e l'uomo li calpesta, e li converte in fango, opera sua consueta; il sol di marzo li squaglia e li vaporizza.

La neve, come la pioggia, cade quando il cielo è nuvolo. Si verificarono però casi nei quali l'acqua, più spesso liquida, cadde a cielo sereno, o da regioni di esso ove non scorgevasi nube. Di essi parla Muschenbroek, il cui dire è convalidato da osservazioni di Humboldt

a Cumana il 3 settembre 1799, di Buchey in alto mare, di Wartmann a Ginevra il 9 agosto 1837 alle 9 di sera ed alle 2 di notte del 31 maggio 1838, di Neven a Costantina il 1° ottobre 1840; di Poggendorf a Berlino nel pomeriggio del 21 gennaio 1840, e di Babinet in Parigi alle 9 di sera del 2 maggio 1842.

Ma sia sereno o nuvolo, risplenda il sole, o di neri e minacciosi nembi s'ammanti il cielo, sul nostro capo cade dall'alto fitta e silenziosa una pioggia d'arcani, invisibili cristalli, gli istanti del dì che fugge; il tempo, questo mistero di ogni ora li manda, ed essi fatali, inesorabili s'accumulano intorno a noi ad ogni battito di polso, e con mirabile incessante lavorio intessono, ordiscono, più della neve candido, il morbido lenzuolo che ci avvolgerà nella bara. Felice colui che sotto il manto della neve che mai non si squaglia, nella infinita eterna quiete della tomba potrà come il mendico di Ogaref, sognare lieti sogni, e le ebbrezze ed i tormenti ricordare di un grande affetto e il male che impedì e il bene che fece.

II.

Già lo dicemmo, l'interno dei continenti ha inverno rigido assai. Nella vastissima Siberia cui l'enorme barriera formata dall'Altipiano centrale dell'Asia e dal sollevamento degli Altai toglie il beneficio dei venti caldi del mezzodì, ed alla quale giungono invece liberamente i venti freddi dell'Oceano glaciale, si soffre il massimo freddo. A Jakustk, Neveroff osservò una temperatura di 60 gradi sotto zero e freddi di circa 63° osservarono Neumann e Schlagintweit a Verkojansk e Nishma Udinsk in Siberia. Nel 1735 si ebbe a Jeni-

seik un freddo di 67,8 (1). Türgens notò come minima temperatura a Verkojansk nel dicembre 1884, gennaio e febbraio 1885, 67,1 a quanto dice il Wild. Qualcuno afferma, ma non sappiamo su quali documenti, che il freddo più forte osservato sul termometro sarebbe di 71 gradi sotto zero, e sarebbe stato osservato dalla spedizione condotta dal luogotenente Scwatka, in gennaio presso Bach's River.

Il mercurio si solidifica a 40 sotto zero, quindi in quelle regioni non serve d'inverno che il termometro ad alcool. Nell'isola Melville il mercurio si mantiene gelato per parecchi mesi, a toccarlo brucia le mani come un ferro caldo. Un arditissimo esploratore delle nordiche contrade, il capitano Parry, afferma che, quando non soffia il vento, un uomo ben coperto può impunemente passeggiare all'aria libera con 48 gradi sotto zero; se vi è vento invece la pelle si altera e si decompone rapidamente. L'alcool gela a temperatura inferiore a 90 gradi sotto zero, è probabile pertanto che l'umanità non vedrà mai gelarsi naturalmente i termometri fatti con esso. Gelarono però naturalmente talvolta liquidi alcoolici: così Filippo di Comines racconta che nel 1468 in Fiandra l'inverno fu rigoroso tanto che presso il Duca di Borgogna per distribuire il vino ai poveri lo si doveva spezzare a colpi di scure, giacchè erasi ridotto in ghiaccio tutto d'un pezzo, e si vide la gente portarsi a casa il vino in pezzi nei canestri e nelle ceste. In altro inverno terribile così che fu denominato il *grande inverno* per eccellenza, il segre-

(1) I libri di meteorologia contengono sulle minime temperature osservate, dati differenti, spesso discordanti, senza citazione delle fonti cui sono attinti: bisogna quindi a questo riguardo andare assai a rilento nell'accettare i numeri registrati.

tario del Parlamento di Parigi scrisse nei suoi registri che stante il freddo era impossibile registrare i decreti, perchè ogni tre parole l'inchiostro si solidificava sulla penna, malgrado il fuoco che continuamente ardeva nell'ampio camino. Lascio al Peignot, che li riferisce, la prova della verità di questi fatti.

L'affermazione del capitano Parry testè rammentata è confermata dalle osservazioni quotidiane di tutti noi. Si sa che un freddo intenso è più facilmente sopportabile con un'atmosfera tranquilla che non col vento, mentre invece i forti calori sono più tollerabili quando tira vento, che non in aria ferma e stagnante. La ragione di questi fatti è una sola. Il vento facilita sempre la evaporazione, la quale per prodursi sottrae calore al corpo, producendovi freddo, il quale ci fa parere quello dell'atmosfera circostante ancora più intenso. Questa stessa causa opera così che in luoghi molto ventilati si produce il ghiaccio anche quando la temperatura generale non è a zero. Non su altro si basa il procedimento tanto usato nell'India per mantenere a mezzo di vasi porosi di terra l'acqua sempre fresca. Nei calori intensi, per contro, il raffreddamento derivante dall'evaporazione del sudore, originata sulla pelle dalla ventilazione, ci fa parere meno alto il caldo dell'ambiente, che senza di essa, ci parrebbe afoso ed opprimente, a parità ben inteso di temperatura. Quindi è che già, per questo motivo, una medesima temperatura, può su diverse persone produrre sensazioni varie di caldo maggiore o minore, dipendenti poi anche in modo specialissimo dallo stato fisiologico di ciascun individuo.

Al contatto della mano con corpi freddissimi si ha sensazione come di bruciore, come già accennammo pel mercurio, ed immediata decomposizione della pelle. A questo proposito giova rammentare un fatto che molti avranno osservato e del quale è utile conoscere

la ragione. Se noi tocchiamo degli oggetti posti in una stessa camera, sentiremo quelli di metallo più freddi di quelli di carta, lana, legno; mentre se con un termometro noi ne determiniamo, ciò che suolsi chiamare la loro temperatura, constateremo insignificanti differenze: ma allora perchè ci sembrano essi diversamente caldi al tatto? Eccone il motivo. Il senso del tatto non c'informa direttamente della temperatura, ma solamente della velocità colla quale la nostra mano perde o guadagna calore. In una camera abitata gli oggetti sono più freddi della mano ed il calore tende sempre a passare dal corpo più caldo a quello meno. Di parecchi corpi, tutti più freddi della mano di una stessa quantità, quell'uno apparirà al tatto quale fra tutti freddissimo, che è capace di togliere più rapidamente alla mano il suo calore. Così il ferro ci sembrerà più freddo della lana e della carta, perchè più atto ad esportare calore dalla mano, ossia più conduttore del calorico. Il rovescio accade per i corpi alquanto più caldi della mano. Il ferro se riscaldato, ci apparirà a parità di temperatura più caldo assai della lana e della carta, perchè cede ora alla mano il suo calore colla stessa facilità, colla quale, se più freddo, lo sottraeva: e ciò perchè, come ben dice l'illustre fisico inglese Tait, nel mondo fisico per un dato corpo, le attitudini a dare ed a ricevere sono strettamente correlative, perfettamente uguali.

La legge fisica testè ricordata ci spiega ancora, perchè quando nevica, come accade spesso in Italia, colla temperatura sopra zero, la neve si liquefa più presto sulle ringhiere in ferro dei balconi, che non su quelle in pietra, o rivestite da legno. La neve è a 0°, od anche un poco al disotto, ed il ferro, nelle dette circostanze, essendo ad una temperatura superiore, le cede più facilmente calore che non il legno o la pietra, producendone così più facilmente la fusione.

III.

La rigidità dell'inverno crescendo a parità di circostanze, procedendo dall'equatore verso i poli, viene l'idea che in questi estremi dell'asse di rotazione terrestre si debba verificare il massimo freddo, e che i poli geografici siano anche quelli che soglionsi chiamare poli del freddo. Ma ciò non è, ed a questo riguardo le conclusioni del nostro Plana furono confermate dalle navigazioni di Edoardo Perry Kane, al Nord dello stretto di Behring, di Smith, di Wrangel, Weidel, Nares, Ross, Nordenskjöld e Greely: e lo saranno forse dalla spedizione americana che sotto la guida di Nansen tenta in questi giorni di accostarsi il più che sia possibile al polo. Gli Americani, nel loro entusiasmo, non dubitano affatto che il polo non sia raggiunto, ed anzi hanno già pensato ad un pranzo che il dottor Nansen vi darà appena giunto. La tavola avrà la forma di un anello col centro sul polo, sul quale siederà il dottor Nansen che per primo vi avrà messo piede, attorno attorno avrà i suoi compagni, seduti a distanza l'un dall'altro di 15 gradi in longitudine. (Al polo passano tutti i meridiani quindi quei signori, sebbene distanti come si disse si toccheranno). Ogni convitato avendo l'ora del meridiano su cui sta, pranzerà ad un'ora diversa dal suo vicino, il dottor Nansen insediato al polo pranzerà a quell'ora che meglio gli talenterà. Il dott. Nansen è tornato nel corrente anno (1896), si accostò al polo più d'ogni altro uomo prima di lui, ma non lo raggiunse. L'idea è strana, ma il principio che le serve di base è giusto: essa è uno scherzo, ma non fuori di proposito, nè sconveniente. È ormai fuori di dubbio che ai poli geografici il

mare non è di continuo gelato, e che quindi colà non regna sovrano il gelo. I poli di freddo, cioè i punti del globo sui quali si verifica la più bassa temperatura non coincidono dunque coi poli geografici, ma sul loro numero, posizione e variazione colle stagioni i geografi non sono ancora ben d'accordo, sopratutto per l'emisfero australe, intorno alle regioni polari del quale siamo quasi completamente al buio.

Più d'accordo pare invece siano sulla posizione dell'equatore termico. Questa è quella linea che sul globo terrestre congiunge i punti che hanno la massima temperatura media annua per ogni meridiano, e che per trovarsi in regioni meno difficilmente accessibili sono ben noti. Su questo equatore termico ritroviamo Massaua, ove si giunse ad osservare persino 52 gradi centigradi all'ombra, ed ove in numero stragrande pullulano le mosche, così che niuna meraviglia reca l'udire che a piene mani ve le raccoglie l'Italia, che vi ha seminato tanti milioni (1). Il De Lapparent dice che all'ombra nell'oasi di Mourzoçck in Africa furono notati ben 56 gradi centigradi sopra zero. Il signor Duveyrier avrebbe nel Sahara notato nel territorio dei Tuaregs una temperatura di 67,5 sopra zero.

Tra questo massimo caldo ed il massimo freddo sopra ricordato di circa 68 gradi sotto zero, intercedono ben 135 gradi della scala centigrada, e l'uomo sopporta ciò impunemente. Mirabile organismo, forza d'adattamento davvero meravigliosa. L'uomo solo fra gli esseri organizzati può tollerare queste enormi variazioni di temperatura: ma il caldo ed il freddo estremi abbreviano la durata della sua esistenza ed impedi-

---

(1) E versato ingloriosamente tanto nobil sangue per maledetta opera di uomini nefasti, aggiungeremo nel 1896, col cuore sanguinante.

scono lo sviluppo delle sue facoltà intellettuali. Così il Lappone assiderato dai ghiacci del polo, ed il negro bruciato dai soli equatoriali, trascinano appena fino a quarant'anni una vita materiale e brutale, mentre l'uomo situato nella zona temperata gode di una lunga carriera e di una disposizione di mente atta alle più elevate meditazioni.

Gli anni si seguono e, nel loro complesso meteorologico, non troppo gli uni differenti dagli altri. Prova di questa rassomiglianza, sono i raccolti, le mietiture, le vendemmie che, buon anno, mal anno, si fanno più o meno abbondanti, all'epoca medesima, e prova ancora il ricordare particolarmente, il chiamar memorabili quegli anni, che per i loro caratteri climatici e meteorologici si distinguono dal medio comune degli altri. Sopratutto van per questo rispetto famosi fra gli uomini quelli che, o per il freddo o per il caldo, per la pioggia o per la neve tornarono ad essi funesti. È pur troppo vero per l'uomo, come per l'umanità, che più il bene s'oblia che il male, deboli traccie lascia la gioia, incancellabili le imprime il dolore.

Nell'anno 66 dell'èra volgare, a quanto racconta Strabone, il freddo fu sì intenso sul Mar Nero, che uno dei generali di Mitridate sfidò sul ghiaccio la cavalleria dei barbari nel luogo medesimo ove in estate questi furono poi vinti in combattimento navale. Nell'inverno dal 762 al 763, l'anno ventesimo-terzo del regno di Costantino Copronimo, imperatore greco d'Oriente, il Mar Nero si gelò tutto, ed il Bosforo fu intieramente occupato dai ghiacci. “ Nel marzo consecutivo (dice il patriarca Niceforo, istorico di Bisanzio), apparvero nel cielo cadere le stelle (famosa pioggia di stelle cadenti), e tutti quanti che le videro credettero giunta la consumazione dei secoli „. Ma la consumazione dei secoli non giunse allora nè nel vaticinato

mille, perchè è fatale che perpetua duri la lotta fra la menzogna e la verità, fra l'empietà e la giustizia, e perchè cento secoli di dolori e di lacrime non debbono bastare agli uomini per conquistare un'ora di felicità e di pace. Il 20 gennaio 1608 Enrico IV, re di Francia, poteva dire, tanto faceva freddo, che *sa moustache s'était gelée au lit et près de la Reine,* che era nientemeno che la bellissima Maria De' Medici. Nell'anno 1657, tutto l'esercito svedese, capitanato da Carlo X, potè passare dalla Svezia alla Danimarca sopra il ghiaccio, del quale erano coperti il Sund, il Piccolo ed il Gran Belt. Il 20 gennaio 1794, Pichegrù generale della Repubblica francese, mandò nel Nord dell'Olanda alcuni distaccamenti di cavalleria e d'artiglieria leggiera, con l'ordine alla cavalleria di traversare il Texel, d'approssimarsi e d'impadronirsi delle navi da guerra olandesi, bloccate dal mare congelatosi. La cavalleria francese traversò al galoppo quelle pianure di ghiaccio, giunse alle navi da guerra, intimò la resa, s'impadronì delle navi e fece prigionieri gli equipaggi.

Se vi furono inverni rigidi, ve ne furono però anche di eccezionalmente miti. Fra questi rammenterò quello del 1172; in esso al dire di Calvisio, gli alberi portarono frutti e la campagna era in piena vegetazione; sul finire di gennaio gli augelli nidificarono ed ebbero i piccini in febbraio. Nel 1289 nessuno s'accorse dell'inverno, parve che la natura sdegnasse di prendere l'abituale suo riposo, passando repentinamente dall'autunno alla primavera. La temperatura fu sì mite che le fanciulle di Colonia a Natale ed all'Epifania s'adornarono di viole e primavere fiorite in piena terra. Le viole d'inverno s'avrebbe a vederle verso il 20 gennaio, giorno in cui ricorre la festa di San Sebastiano, secondo l'adagio *San Sebastiano - con la viola in mano.*

Nel nostro secolo s'ebbero non pochi inverni rigidissimi. Già il secolo precedente era terminato con inverni freddi assai; fra questi il più terribile fu quello del 1788-89, precursore della rivoluzione. Il 18 dicembre 1788 il termometro a Basilea scese a 37 gradi sotto zero, il 31 dicembre in Parigi a 21; nel giorno medesimo a Torino si avevano più di 12 gradi sotto zero ed a Milano poco meno di 11. La neve cadde a Roma e sulle campagne circostanti rimanendovi, al dire del Peignot, più di dodici giorni. Già accennammo all'inverno del 1794-95; notevole fu pure quello del 1798-99. In questo la Senna, la Mosa, l'Elba, il Reno, gelarono. La Mosa fu traversata in vettura all'Aja ed a Rotterdam. Baracconi per vendite e tutte sorta di spettacoli furono stabiliti sul fiume. Un reggimento di dragoni traversò a Magonza il Reno sul ghiaccio. L'inverno del 1812-13 è famoso per il passaggio della Beresina, cotanto funesto e disastroso all'esercito francese. Il 22 dicembre 1808 la temperatura discese in Torino a 17 gradi sotto zero, dopo una straordinaria nevicata nella quale la neve aveva raggiunta l'altezza di circa un metro e mezzo, e poi continuò il freddo, sebbene un po' mitigato, fino alla primavera; al principio d'aprile cadde ancora la neve in quattro giorni e la temperatura minima fu inferiore allo zero il giorno 9. Fra altri inverni famosi non va scordato quello del 1855; se ne rammentano tutti i vecchi piemontesi, anche perchè in quell'anno morirono la madre e la moglie di Vittorio Emanuele II, ed il fratello Ferdinando di Savoia, padre della nostra Regina. Rigido fra tutti e lungo fu l'inverno 1879-80, che uguaglia quello veramente terribile del 1893, sul quale il P. Denza diede interessanti ragguagli nell'*Annuario Scientifico*.

A fuggire il rigore del verno i facoltosi lasciano le

grandi città del continente e si portano in riva al mare. La riviera ligure, i dintorni di Napoli, la Sicilia, chiamano col mite loro clima numerose colonie di forestieri. Madera, Nizza, il Cairo, Algeri si popolano nella fredda stagione di un'elegante società cosmopolita. Abbazia sull'Adriatico attira ora Austriaci e Russi, in buon numero. Anche le rive dei grandi laghi offrono, ma in minor grado di quelle del mare, piacevole soggiorno nell'inverno. La medicina moderna ora invia certi malati di polmoni a svernare a grandi altezze: S. Moritz nell'Engadina e Davos sono particolarmente indicate come acconcie stazioni climatiche.

IV.

La mitezza degli inverni, e più ancora il paventato loro rigore, imprimendosi con fatti straordinarii nella memoria delle genti, originarono naturalmente il desiderio di conoscerne la causa e di predirne il ritorno. Si è cercata nelle comete la ragione delle temperature estreme ed eccezionali dell'atmosfera terrestre. Littrow prese ad esaminare sotto questo punto di vista le temperature degli anni compresi fra il 1632 ed il 1785, e fra i 153 anni così esaminati nè trovò quindici nei quali si erano ed un tempo visto comete e sofferti calori straordinari, quattordici, per contro, nei quali erano apparse comete ed il freddo era stato rigorosissimo; quindi nulla si potè conchiudere. Ma è facile senz'altro lo stabilire che poco, o meglio, nulla hanno le comete a che fare col rigore della stagione, e ciò ove si pensi che ogni anno ad occhio nudo o col canocchiale si vedono due o tre comete almeno e che quindi ad esse si possono da menti superstiziose

ed imbevute di pazzi e stolti pregiudizi attribuire tutti gli avvenimenti che si vogliono.

Altri tentarono invece di scoprire se nel succedersi, col tempo, degli inverni eccessivi, vi fosse qualche periodicità. La prima difficoltà che incontrarono i meteorologi che si occuparono di questa questione si fu quella di stabilire ben nettamente che cosa s'intenda per inverno eccessivo. Già si sa che non in tutti i luoghi fa egualmente freddo, e spesso accadde che, mentre un freddo anormale dominava in America, si avesse in Europa un freddo moderato, che anzi tali differenze di temperie si avvertirono fra paesi di una stessa regione. Di più l'inverno talora, sebbene rigorosissimo, dura poco, mentre in altra epoca è lungo e rigido; come faremo dunque ad intenderci? Di più in tali ricerche si deve ricorrere a temperature medie, le quali si hanno solo da pochi anni ed hanno l'inconveniente di far sparire i caratteri particolari dei fenomeni, assegnando loro delle fasi che in realtà non hanno mai trascorso e che non subiranno mai. Malgrado ciò, molti dotti si occuparono di vedere, se pur tenendo conto dell'incertezza dei dati, risultasse pel ritorno degli inverni rigorosi una qualche periodicità, chi riscontrò periodi di 19 anni, chi di 41 anni, chi di 130, ma questi risultati non hanno alcun serio valore, e sono tutt'altro che attendibili. Taluni pretesero persino di aver riconosciuto la variazione coi secoli della periodicità dei grandi inverni, riconoscendo in essa una prova delle mutazioni secolari del clima, ma anche su ciò regna più che mai l'incertezza, e sono più che mai istruttive le recenti ricerche del Rüncker ed in Italia quelle del Celoria, del Rizzo e del Cancani per tacere di numerose altre.

Se meritano poca fiducia le predizioni a lunga scadenza degli inverni rigorosi, meno ancora conviene

accordarne a quelle a breve scadenza tirate da fenomeni osservati negli animali e nelle piante, lo siano esse dal passaggio delle grù, come voleva Arato, dal ritirarsi delle mosche ai luoghi caldi ad autunno poco inoltrato, o dalla pelle delle cipolle, come si fa nel proverbio scozzese, o dal passaggio precoce dei fiammanti come pretendesi in Francia.

V.

Vario dicemmo il verno, al pari delle altre stagioni, coi luoghi, e per un medesimo luogo nel tempo, ma ci limitammo a considerarne la diversità sulla superficie terrestre, dobbiamo ora vedere come varii la temperatura coll'altezza sul mare.

La presenza dei ghiacciai e delle nevi perpetue nelle regioni d'alta montagna, le ascensioni in pallone, le escursioni sui monti provano che la temperatura diminuisce col crescere dell'altezza sul livello del mare. In tutte le parti del mondo chi nell'estate vuol fuggire il caldo, va in montagna, in alto. I meteorologi hanno cercato e cercano tuttavia la legge esatta di quella diminuzione, senza averla peranco trovata; le ricerche di Laplace, Saint-Robert ed altri, e quelle più recenti di Hann e Mendelejeff rimangono brillanti prove della profondità di quelle menti, ma approssimazioni della verità e nulla più. Quella variazione dipende dalla stagione, dal luogo, dall'ora, dalla natura del rivestimento del suolo: come media, molto grossolana, si può ritenere che la temperatura si abbassi di un grado per ogni innalzamento di 180 metri. Avvertiamo però subito che questa ragione di abbassamento, varia essa pure coi luoghi e nel tempo, diminuisce essa

pure coll'altezza, e che oltrepassata la massima altitudine cui l'uomo pervenne, dieci chilometri circa, nessuna idea si ha più al riguardo.

L'accennato decrescere della temperatura man mano che noi ci innalziamo sul mare, va talvolta soggetto a modificazioni con un fenomeno di recente scoperto e che chiamasi l'inversione della temperatura: mercè la quale fa meno freddo in alto che in basso, al rovescio di quel che dovrebbe succedere se la temperatura andasse sempre realmente diminuendo coll'altezza. Raccontavano bensí già, per l'addietro, gli abitanti degli alti villagi alpini che da loro l'ínverno era molto più mite che nel fondo delle valli o nei paesi di pianura, ma trovavano poca fede. Dopo però che le indagini meteorologiche furono estese anche alle regioni elevate, mediante gli osservatorii di montagna e che la maggior facilità delle comunicazioni ha fatto sempre più crescere anche il gusto dei viaggi, tanto che le escursioni invernali in montagna non sono più una rarità, allora si venne a riconoscere quanto era vera l'asserzione dei montanari, e come l'*inversione della temperatura,* non sia punto un'eccezione, ma sotto il dominio di alte pressioni barometriche ed a cielo sereno, od in una parola degli anticicloni invernali, la regola. Il primo accenno a questo curioso fenomeno, e che per quanto io so è finora sfuggito a quanti di esso si occuparono, si trova in quello stupendo libro, *L'uomo e la natura* di Giuseppe P. Marsh, che fu per molti anni in Italia come ambasciatore degli Stati Uniti dell'America del Nord, e che amò vivamente e studiò il nostro paese. Ecco il brano in discorso, molto istruttivo per vari riguardi (1). " La legge generale della

(1) *L'uomo e la natura.* Firenze, Barbèra, 1872, pag. 59, in nota.

temperatura è che essa discende mentre noi ascendiamo. Ma nelle regioni montuose la legge è inversa in tempo freddo e tranquillo, perchè l'aria fredda, per ragione della sua maggior gravità, discende nelle valli. Se però vi fosse vento sufficiente per produrre un perturbamento e un mescolamento degli strati atmosferici superiori e inferiori, questa eccezione alla legge generale non avverrebbe. Questi fatti sono da gran tempo famigliari al popolo della Svizzera e degli Stati Uniti, ma la loro importanza non è stata sufficientemente presa in considerazione nelle discussioni fatte intorno alle indagini meteorologiche. La discesa dell'aria fredda e l'elevazione della calda agiscono sulla temperatura relativa delle colline e delle valli molto più estesamente di quello che si supponga comunemente. Una persona, a me ben nota, tenne un registro termometrico per quasi mezzo secolo in un villaggio della Nuova Inghilterra, ad un'elevazione di circa cinquecento metri sul livello del mare. Durante questi anni il suo termometro non scese mai più basso di 32 $^1/_2$ C. mentre nella città capoluogo della provincia, situata in un bacino 300 metri più in basso, e lontana dieci miglia, come pure in altri punti in posizioni analoghe, il mercurio gelò parecchie volte durante quel periodo „. Il Conte Paolo De Saint-Robert tocca di volo dell'inversione della temperatura, in una sua memoria sulla misura delle altezze col barometro pubblicata nel 1864. L'accertamento dell'inversione della temperatura fu fatto primieramente dai meteorologi nell'inverno 1879-80 che fu uno dei più lunghi e rigorosi del secolo. In esso si constatò che il termometro su certe colline e basse montagne, non scese tanto quanto nelle pianure sottostanti, ove gelarono alcune piante rimaste incolumi sulle alture. Sul Kranzhorn (confini della Baviera col Tirolo), il signor Trautwein,

a 1365 metri d'altitudine, con 6 gradi sopra zero di temperatura vide delle formiche occupate nei loro lavori e delle lucertole starsene al sole, mentre a Monaco (metri 516) tutto intirizziva dal gelo. Per una differenza d'altezza di 1600 metri si trovò la temperatura crescere di 12 gradi; ed in un altro luogo di otto gradi su 1300 metri. In un'ascensione areostatica fatta a Berlino il 19 dicembre 1888 fu constatato con cura un aumento di otto gradi per mille metri di salita. Ciò prova che anche sulle vaste pianure, nei grandi freddi, senza vento, si verifica l'inversione della temperatura, che di recente fu studiata anche per la Siberia e l'India. In Italia se ne occuparono Giovanni Cantoni fin dal 1880 ed il P. F. Denza nel 1887. Ne piace qui rammentare che il D. Giovanni Rizzo, meteorologo a Torino, ebbe ad avvertire l'inversione della temperatura, per la collina di Superga vicina alla città e per la mole Antonelliana che dal centro stesso della città si slancia a ben 164 metri d'altezza; come spero si vedrà presto da un lavoro sulla distribuzione della temperatura coll'altezza, che quel valente giovane ha promesso ai cultori della scienza dell'aria. Ci si consenta di dire di passata che la mole Antonelliana di Torino è il più alto edifizio in muratura che esista in Europa, il più alto del mondo è l'obelisco di Washington in America; la mole Antonelliana è la terza in altezza fra le opere costrutte dall'uomo; la prima è la torre Eiffel a Parigi, la seconda il menzionato obelisco di Washington.

Il fenomeno dell'inversione della temperatura si verifica talvolta anche in primavera e può essere causa di brine e geli tardivi dannosi all'agricoltura. Astraendo però dall'inversione della temperatura, mentre noi ci innalziamo nell'atmosfera troviamo regioni ognor più fredde. Il rovescio succede quando penetriamo nelle

regioni della crosta terrestre a noi accessibili coi pozzi di miniera. A 31 metri di profondità c'imbattiamo in uno strato la cui temperatura rimane costante tutto l'anno, che cioè non risente l'influenza delle stagioni. Al disotto di questo strato la temperatura cresce man mano che noi scendiamo nelle profondità della terra: in Europa si ammetteva una volta che tale aumento fosse di un grado per ogni abbassamento di 31 metri; le ricerche posteriori in Europa e in America, hanno confermato sempre l'aumento della temperatura colla profondità, ma hanno dato cifre molto variabili per la misura di esso. Se si ammettesse l'antico dato di un grado d'aumento di calore per 31 metri di discesa, si dovrebbe credere di trovare il piombo fuso a dieci chilometri, e l'argento allo stato liquido ad una profondità di ventinove chilometri, ed a profondità più grandi si dovrebbe trovare fusi tutti i metalli, tutte le roccie e la terra dovrebbe essere ripiena di sostanze incandescenti, a temperature altissime. Dicemmo si *dovrebbe credere* perchè a quelle interne regioni l'uomo non giungerà mai, e quindi sempre ci mancherà l'infallibile attestato dell'osservazione, e poi anche perchè la enorme pressione, che le roccie sovrastanti alle materie che si trovano a quelle profondità ed a quelle temperature, rende impossibile qualsiasi conclusione che non sia puramente ipotetica. La costituzione interna della Terra sarà sempre un'incognita, certi fenomeni astronomici, certe constatazioni di geologia, permetteranno di formulare supposizioni più o meno plausibili, ma nulla più.

Certo si è, che nell'interno della Terra deve regnare un calore grandissimo.

Nel mare, per contro, la temperatura diminuisce colla profondità dapprima rapidamente, poi più lentamente e di nuovo più rapidamente. Naturalmente la

distribuzione della temperatura del mare dipende essenzialmente dalla latitudine: così sotto i tropici la temperatura del fondo è di due gradi sopra zero, mentre scende a tre gradi sotto zero nelle regioni polari. All'equatore nell'Oceano Atlantico si trovano 25 gradi alla superficie, a 500 metri di profondità se ne hanno 10, ed al fondo, a circa 5000 metri a un dipresso zero.

Pare accertato che il fenomeno dell'inversione della temperatura atmosferica cessi dopo una certa altezza finora non ben nota, oltre questa la legge generale di decrescimento della temperatura ripiglia il suo impero, con quell'andamento, ora così incerto, che la posizione geografica del luogo, la stagione, l'ora, lo stato atmosferico le assegnano. Se la temperatura dell'aria va dunque, come con gran fondamento si crede, oltre quello strato che delimita il fenomeno dell'inversione, continuamente diminuendo, che valore avrà essa al limite dell'atmosfera? Ma qui si presenta subito la domanda: ha l'atmosfera un limite, oppure si estende senza confine? Queste due questioni sono interessanti assai, e speriamo non sarà discaro ai lettori cortesi che brevemente se ne discorra.

VI.

L'atmosfera terrestre ha un limite: se essa non l'avesse, si estenderebbe all'infinito, e della sua presenza negli spazii interplanetarii, prima che altrove, ci avrebbe fatti accorti la natura dei movimenti dei pianeti che, per contro, non ne lasciano scorgere il menomo indizio, obbedendo intieramente, e senza restrizioni finora constatate alla legge della gravitazione universale. Di più se l'atmosfera fosse illimitata noi non avremmo mai

notte perfetta, ma un lungo crepuscolo prodotto dai raggi solari rinviati a noi dalle più alte regioni dell'atmosfera, e siccome ciò non si verifica, così si è in diritto di conchiudere che l'atmosfera ha un limite. È meno facile il dire a quale altezza questo si trovi. La superficie teorica che, secondo la meccanica, racchiude tutta l'atmosfera, si trova là ove la forza centrifuga generata dalla rotazione della terra sul proprio asse è controbilanciata dall' attrazione di tutta la massa terrestre: è molto facile il calcolare che questo succede ad una distanza dalla superficie della Terra di poco meno di sei raggi terrestri. Questo è un limite ideale matematico, cui la realtà sostituisce il limite fisico, vero, che pur da esso dipende, ma che è fissato con grande preponderanza dalla distribuzione della temperatura coll'altezza. Il Saint-Robert, fortissimo ingegno, osservava che al confine estremo dell'atmosfera l'aria non deve ritenere più alcuna elasticità o tensione, per impedire la propria espansione: mentre deve possedere ancora una certa densità per rattenere col suo peso gli strati inferiori, che dotati ancora d'una qualche tensione tenderebbero, in virtù di essa, a disperdersi. La superficie limite dell'atmosfera deve pertanto ricercarsi coll'aiuto della meccanica bensì, ma essenzialmente con quello delle leggi che governano i fluidi in relazione colla temperatura e la pressione, in una parola colla termodinamica. Gli studii istituiti per questa via condussero a risultati, non esattamente concordanti, ma neppure discordi con quelli ottenuti per altre vie. Ritter calcolò, con quelle idee, che l'atmosfera potrebbe raggiungere 350 chilometri, Ling due anni or sono espose al riguardo alcuni suoi concetti, di natura tale, che qui non possono essere che menzionati. I fenomeni crepuscolari, utilizzati già dagli Arabi per misurare l'altezza dell'atmosfera, al pari di

quelli delle aurore boreali, e delle polarizzazioni della luce, e dell'accensione delle stelle cadenti, valgono a fornirci dati abbastanza attendibili circa il problema che ci occupa. Da essi si può concludere che oltre duecento chilometri vi è ancora aria con una densità concepibile, oltre i trecento cinquanta chilometri se ve ne è ancora, essa ha una densità di cui non possiamo farci rappresentazione alcuna. Mendelieff ed Hann hanno dato per la temperatura in quelle eccelse regioni rispettivamente 36 e 50 gradi sotto zero. È però molto dubbio che questi numeri s'accostino anche grossolanamente al vero, perchè dedotti da osservazioni fatte negli infimi strati d'aria, soli accessibili all'esame, che sono in condizioni così lontane e diverse da quelle di quegli altissimi, cui solo possiamo arrivare colla mente. Comunque, è certo che l'atmosfera finisce molto al disotto del limite assegnatole dalla meccanica teorica; agli uomini poi non è accessibile che all'incirca un trentesimo di essa, al di là per noi sta l'impenetrabile, la morte.

Là, lungi, in alto, ove molecola d'aria più non oscilla, ove è silenzio profondo, incominciano gli spazi planetarii, freddi ed oscuri. Pur volano per essi messaggeri di luce e di vita i raggi solari: attraversano l'involucro gazoso che circonda il nostro globo piccioletto, lasciandovi buona parte di loro energie fisiche, e giungono a noi; fanno sbocciare viole e pervinche, maturano sulla vite il *sapiente della vita oblio*, scaldano le lucertole e i rospicini sul dosso al lurido pipa, e alietano il vecchierello cadente che nell'orto quieto dell'ospizio si gode in sulla panca il mite caldo del sol di Febbraio. Regolatore d'ogni vicenda umana è il Sole, ogni cosa dobbiamo a quest'astro splendente e più che altro il ritmico avvicendarsi delle stagioni, e con esso gl'inverni miti e rigorosi.

Le stagioni dipendono dalla posizione che la Terra

occupa rispetto al Sole e dalla forma dell'orbita da essa descritta attorno al gran luminare. Ora questa è tale che i due emisferi terrestri non hanno stagioni d'uguale durata. Attualmente (1896), si hanno i dati seguenti. Per l'inverno 89 giorni, per la primavera 92 giorni e 21 ore, per l'estate 93 giorni e 14 ore, per l'autunno 89 giorni e 19 ore. Si osservi che facendo la somma delle durate della primavera e dell'estate si trova 186 giorni e 11 ore, mentre che l'autunno e l'inverno non danno che 178 giorni e 19 ore. Ora nei due emisferi terrestri, boreale ed australe, le stagioni sono opposte, e quando da noi e dagli abitanti dell'emisfero settentrionale si soffre il freddo dell'inverno i nostri simili dell'altra metà della Terra hanno il calore dell'estate. Attualmente pertanto la porzione calda dell'anno è più lunga di 8 giorni per l'emisfero settentrionale che per quello meridionale. Questo stato di cose si cambierà nell'avvenire come già fu diverso per il passato. Verso l'anno 1251 dell'êra volgare, la durata dell'autunno era uguale a quella dell'inverno, e quella della primavera a quella dell'estate. Risalendo ancora più addentro nel passato possiamo rappresentarci stati di cose invertiti, nei quali cioè l'emisfero settentrionale era sottoposto ad un periodo freddo annuo più lungo di quello dell'emisfero australe: lo stesso accadrà nell'avvenire. Ora si può domandare se queste mutate condizioni rimangano o no senza influenza sui climi dei varii paesi, e conseguentemente sugli esseri organici che li abitano. Il rispondere a questa domanda ci condurrebbe ad esaminare quanto si pensi ora circa la variazione del clima nelle epoche geologiche, ed intorno alle cause delle epoche glaciali; ciò richiederebbe assai più spazio, che il già lungo presente lavoro non conceda, perciò se il cortese lettore ce lo permetterà, ne discorreremo un'altra volta.

VII.

Dalle viscere della Terra risalendo ai più eccelsi strati dell'atmosfera la temperatura, il vedemmo, va continuamente diminuendo, che cosa ne sarà negli spazii che stanno al di là tra pianeta e pianeta? Assai probabilmente in quegli spazii, lo dicemmo altra volta, regna lo zero della temperatura assoluta che corrisponde a 274 gradi sotto zero del termometro centigrado. A questa temperatura, ogni movimento molecolare è esaurito, la materia è inerte, le reazioni chimiche hanno cessato da molto di manifestarsi, la materia è morta come dice l'Andrews, il celebre fisico inglese. Pur per quegli spazii muti e freddi senza fine, passa fulminea la luce che ne vien dagli astri, vivificatrice e feconda apportatrice del giorno e del calore. Ne racconta l'istoria dei mondi che la notte ne svela nel profondo sereno dei firmamenti, e ne fa sperare, forse insana speranza, d'una terra celeste ove, spogli della pesante veste terrena, ne sia dato, od in serena pace trascorrere miglior vita, o nella sempiterna quiete e nel perpetuo oblio rientrar dell'infinito tutto, o forse meglio dell'eterno nulla.

Da quegli spazii inesplorati a noi giunge il dolce e caro raggio del sole, apporta nella cameretta dell'ammalato un po' di gaiezza, e sul conscio guanciale depone quasi un sorriso delle esterne cose, quasi un addio del creato al moribondo, che il sole d'oro non vedrà mai più. Ma donde sì magnifica larghezza di luce e calore al *ministro maggior della natura?*

Si pensò altra volta che il calore del sole potesse essere originato da una combustione di materia, analoga a quella che si produce nei nostri forni; a conti fatti si trovò che questa sorgente non poteva ammet-

tersi; se il sole fosse di puro carbone, e tutto si bruciasse se ne avrebbe appena per 6000 anni. Altro che le migliaia e migliaia di secoli, che la scienza scopre registrati nelle formazioni geologiche! Una certa quantità di calore solare, piccola in vero, è prodotta dalla massa delle stelle cadenti, che vengono ad urtarlo a quel modo medesimo che succede per la nostra terra: forse anche l'urto di qualche cometa attratta, e a sè riunita, dal sole può aver sviluppato calore. Ma la fonte principale del calore solare è, secondo le vedute di Thomson e di Helmoltz, la contrazione stessa del globo immane dell'astro del giorno.

Sfera immensa di gaz caldissimi il Sole vien ruotando sopra sè stesso, ed irradia per lo spazio con magnifico splendore luce e calore: così vien poco per volta raffreddandosi e perciò anche contraendosi, diminuendo di volume. In questa contrazione le leggi della termodinamica hanno scoperto la fonte pressochè inesauribile del calore solare (1). Questo calore, raccolto, accumulato per così dire, dai passati secoli nei depositi di carbone fossile, ne riscalda ora e ne illumina nei freddi inverni e nelle lunghe notti. Giovine, della giovinezza eterna di natura, il raggio che pur ora si partì dal sole, picchia festoso alla tua finestra, bionda Evelina, e col mio

Il saluto del mondo in cuor ti pone.

Aprile 1894.

(1) Zanotti Bianco, L'evoluzione cosmica della Terra secondo le idee moderne. — *Nuova Antologia.* Fasc. del 1° marzo 1891, pag. 100.

PIOGGIA E VENTO

> How beautiful is the rain!
> After the dust and heat,
> In the broad and fiery street,
> In the narrow lane
> How beautiful is the rain!
> (Longfellow, *Rain in summer*) (1).

> Sausewind! Brausewind,
> Dort und hier!
> Deine Heimath sage mir!
> (Mörike, *Lied vom Winde*) (2).

I.

Perchè mi son fermato qui sull'erto pendìo fra larici ed abeti, così senza motivo, senza una ragione? Forse che alcun mi ha chiamato? Forse una voce mormorò arcane parole che trattennero il mio passo? Chi parlò? Il vento, l'acqua del torrente, o del bosco annoso il rigoglioso abete? Ascolto. Che dice il vento? Il nome del suo paese? Ma il vento patria non ha: tutti li vede i paesi del mondo, e tutti i mari traversa e tutte le terre tocca. Nasce dal caldo, dal freddo e turbina e schianta, ed urla e sibila, e lambe ed accarezza, e col-l'alitar del zefiro mi susurra: Bambino! Il vento è qual l'amore, ratto e vivace sempre va, corre e non

---

(1) Quant'è bella la pioggia! Dopo la polvere e il caldo, nella strada larga e ardente, nel viottolo stretto, quant'è bella la pioggia!
(Longfellow, *Pioggia d'Estate*).

(2) Vento fischia! Urla vento, qua e colà!
Dimmi il tuo paese!
(Mörike, *Canto del vento*).

sosta mai,; non sempre è costante. Non ti fidar del vento, fuggi, l'amor, lo fuggi! E il vento passa fra i rami flessibili e le foglioline acute, e lor conta di ardenti contrade ove al sol del tropico cresce la palma e il crotalo s'annoda in viscide spire, e di lande ghiacciate e deserte che la nordica aurora rischiara di sua magnetica luce. E ai vecchi abeti e ai larici robusti reca il vento, quasi umile gentile omaggio, il profumo delle rose e delle acacie onde s'adorna la terra, alla radiosa aria di maggio rinfiorata e gaia. L'abete savio risponde: Ti sia piano il cammino, eterno viatore: se il fiore del loto vedrai sul Gange, per questi neri boschi lo saluta! Se una donna troverai fida in amore, a lei la più dolce concedi delle tue carezze, e il più puro dei tuoi baci; poche ne scorge di tali l'onniveggente sole! Ma la voce del vento si è affievolita e più non l'odo: il suo cammin ratto riprese; niuna barriera lo trattiene per via e fugge e vola! Vola e fugge il vento ma però s'è fermato in piazza del Duomo a Firenze e vi sta da un pezzo e ognor vi soffia e sbuffa. Narra una leggenda popolare che un giorno il diavolo venne a Firenze a caval del vento. Giunto sulla piazza del Duomo disse alla sua cavalcatura: " Aspettami qui, tanto ch'io dica una parola a' calonaci. „ Il diavolo entrò in chiesa e più non ne uscì. Alcuni dicono che quei calonaci lo han convertito, altri sostengono che non ha ancora finito di conferire con quelli intorno ai loro interessi comuni. Il fatto sta che il vento lo sta ancora attendendo sulla piazza del Duomo e questa è la ragione che non cessa mai di soffiare in quel luogo, come ogni fedel cristiano può farne prova „. Da questa leggenda trasse nel 1859 argomento di una poesia il Dall'Ongaro.

Fugge e vola il vento; però Eolo riuscì ad imbottigliarlo, e a metterne parecchi in un otre, del quale

fece dono ad Ulisse che s'accommiatava. I venti rinchiusi da Eolo nell'otre erano quelli contrari alla navigazione di Ulisse, giacchè quel buon principe disponeva dispoticamente dei venti, che teneva incatenati in una caverna della sua isola. I compagni di Ulisse, appena furono in alto mare, mossi dalla malsana curiosità, aprirono l'otre, donde sprigionatisi i venti, suscitarono una furiosa tempesta che distrusse parecchie delle navi d'Ulisse e risospinse quella che lo portava alle isole d'Eolo. Questi irritato lo respinse con indignazione come un uomo colpito dalla collera degli dêi. Con questa finzione Omero ha forse fatto allusione a qualche usanza antica analoga a quella degli stregoni lapponi e finlandesi che vendono il vento a quelli che salpano dalle loro coste. Bartolomeo Anglico, francescano enciclopedista della metà del tredicesimo secolo, così ci racconta di quest'usanza: " Gli uomini di quella contrada sono strani, ed alquanto selvaggi e feroci; ed attendono alle pratiche di stregoneria. E così agli uomini che partono dalle loro coste, ed a quelli che vi approdano per mancanza di vento, offrono vento per veleggiare e così vendono vento. Essi usano di fare un gomitolo di spago, e v'intrecciano diversi nodi. E allora essi ordinano di sgomitolare fino a tre nodi, o più o meno, secondo che desiderano di avere il vento debole o forte. E per questa loro miscredenza il maligno muove l'aria, e solleva forti o deboli tempeste secondo che quegli ha sgomitolato più o meno nodi. E talvolta essi muovono il vento così fortemente, che i disgraziati che credono in cotali pratiche, sono annegati per la giusta collera di Dio ".

I Polinesi credono che i venti siano incatenati alla rupe sulla quale posa il mondo e presso la quale abitano gli dêi Veromatautoru e Tairiba, fratello e sorella, che li sciolgono a piacimento e li scatenano per punire quelli che trascurano d'onorare gli dêi.

Oggidì non si sa più incatenare i venti nè imbottarli nè tampoco dominarli, ci accontentiamo modestamente di servircene come meglio possiamo e di studiarli nei loro movimenti e nelle loro cause.

Già gli antichi li avevano divisi e classificati secondo la regione dell'orizzonte dalla quale provengono, o con un vocabolo solo, secondo la loro direzione. Qui calza una parentesi. I meteorologisti chiamano direzione del vento la parte dell'orizzonte dalla quale esso proviene: così, per indicare che un vento viene da settentrione dicono che quel vento ha direzione nord. Sarebbe molto meglio l'adottare per tale idea la parola *provenienza*, come ha fatto l'ingegnere Pini meteorologo a Milano. Così si eviterebbe l'equivoco in cui cadono molti, che prendendo alla lettera la parola *direzione*, credono che pel vento significhi dove esso va, mentre è il rovescio. Chiudo la parentesi e torno agli antichi. Questi avevano dato dei nomi ai venti e li avevano raffigurati in figure simboliche.

L'idea della divisione del cielo in quattro regioni, e dei venti soffianti da ciascuna di esse è famigliare agli studiosi delle letterature più antiche e della biblica in ispecie e si può dire che ha trovato la sua espressione finale nella descrizione della " torre che stava tetragona ad ogni vento che soffiasse ". Omero, Teofrasto, Aristotele hanno dato dei nomi ai venti che ancora oggidì hanno corso: Borea, Euro, Noto e Zefiro: Andronico Cyrreste ce li lasciò raffigurati nella " Torre dei venti " da lui costruita a' piè dell'Acropoli in Atene. Questo che è il più interessante monumento scientifico dell'antichità, fu descritto da Vitruvio (1): destinato a misurar

(1) Vedi *Antiquities of Athens* di Stuart e Revett, Londra 1762; un articolo del dott. Hellmann nell'*Himmel und Erde*, II Jahrgang, 1890.

l'ore, porta nel suo fregio scolpiti i simboli degli otto venti. Questa torre che esiste ancora fu eretta nel secondo secolo prima di Cristo. Vitruvio ci racconta che originariamente un tritone di rame stava sul colmo del tetto, e poteva girar col vento, la cui provenienza indicava accennando con una bacchetta alla corrispondente figura del fregio sottostante; principio questo che ancora oggi informa gli *anemoscopi* (indicatori del vento). Forse un tritone o qualche cosa di simile esisteva in modo analogo al precedente su quel monumento marmoreo che risale al III secolo dell'èra nostra, detto *tavola dei venti*, che è collocato in Vaticano sulla loggia detta di Belvedere, della seconda sala di accesso della galleria lapidaria del museo Pio Clementino. Questo monumento è un monolite a dodici faccie su ciascuna delle quali sta scritto in greco ed in latino il nome del vento corrispondente. In questa rosa dei venti siamo in progresso, abbiamo già dodici direzioni diverse. Partendo dai concetti di Themostene, ammiraglio di Tolomeo Filadelfo, Plinio segnava, coi tempi omerici, quattro punti cardinali, poi per intercalazione le otto direzioni della torre dell'Acropoli, e per ultimo le dodici della rosa greco-latina del Vaticano, illustrata dal compianto P.Denza, nell'ultimo volume delle pubblicazioni della Specola vaticana edito da lui. La rosa dei venti d'oggidì è troppo nota perchè s'abbia a discorrerne.

I moderni, del vento misurano altresì la velocità a mezzo di ingegnosi apparecchi detti anemometri, i quali però non sono ancora così perfezionati da dare risultati rigorosi: uno dei più perfetti è certamente l'anemocinemografo dei fratelli Richard di Parigi. La velocità o forza del vento è dai moderni studiata a mezzo di una graduazione o scala che vien detta di Beaufort, dal capitano inglese che la stabilì. In questa

il primo grado “ calma „ corrisponde ad una velocità dell'aria di m. 1.3 al minuto secondo, e l'ultimo „ uragano „ ad una velocità di m. 40.2 al minuto secondo. Si hanno venti di velocità ancora maggiori, ma allora distruggono gli strumenti di misura e non se ne sa più nulla. Un uragano nel quale l'aria percorra 45 metri al minuto secondo sradica e svelle gli alberi. Un treno espresso di 75 chilometri all'ora percorre in un minuto secondo m. 20.83. In taluni recenti esperimenti, con locomotive d'ultima perfezione ed in percorsi rettilinei, si raggiunse la velocità di 42 metri al secondo. La massima velocità finora constatata sulla terra sarebbe, secondo il signor James Jackson, quella della corrente elettrica proveniente dalla scarica di una bottiglia di Leida, che salirebbe a 463 milioni e mezzo di metri al minuto secondo! Il pensiero umano vola più ratto ancora, di esso può dirsi che è in ogni dove. Chiuso nel cranio, varca fulmineo lo spazio, tocca gli astri più lontani, si slancia nell'infinito dello spazio e del tempo. Ma invano per l'etra e la caligine dei tempi batte l'ale, pace non trova, nè risposta al tormentoso interrogare sul perchè e sul fine delle cose:

E tra me dico: Oh perchè tanto sale
Alto l'umano interrogar, se al volo
Il superbo pensier sì fiacche ha l'ale?

(Carlo Tenca).

II.

I venti sono prodotti dalla differenza di pressione atmosferica tra i varii luoghi della terra: differenza di pressione che è essenzialmente dovuta alla differenza di temperatura dei luoghi stessi. L'aria tende a muoversi dalle regioni ove la pressione è alta (il barometro

è alto) verso quelle ove la pressione e quindi il barometro son bassi. Quindi il vento spira sempre dalle regioni ove il barometro è alto verso quelle ove è basso. La meteorologia moderna ha scoperto una legge importantissima che ci permette facilmente di trovare la posizione di queste regioni: questa legge dovuta a Buys-Ballot così suona: Nell'emisfero settentrionale della terra, date le spalle al vento, si avranno le basse pressioni a sinistra e le alte a destra; il rovescio succede per l'emisfero sud.

L'applicazione di questa legge c'insegna che, nell'emisfero nord, il vento per una data stazione soffierà più o meno dalle regioni ad oriente di essa, quando il barometro sarà più alto al nord che al sud; proverrà più o meno dalle regioni situate a mezzodì della stazione, quando il barometro starà più elevato all'est che all'ovest; più o meno soffierà dalle regioni occidentali quando si avranno pressioni più alte al sud che a nord, e finalmente il vento muoverà più o meno dal nord quando si avranno all'est pressioni minori che all'ovest. Le parole qualificative " più o meno " sono necessarie perchè raramente il vento soffia esattamente lungo le *isobare* (1): generalmente il vento è inclinato a queste linee di un angolo compreso tra i 25 e i 30 gradi.

(1) Diconsi *isobariche* od *isobare* quelle linee che i meteorologi segnano sulle carte geografiche del mondo o di una parte di esso, e che collegano tutti i luoghi che in un determinato istante hanno la stessa pressione barometrica, ridotta a zero gradi centigradi di temperatura ed al livello del mare. Si hanno sette tipi principali di linee isobariche che sulla carta si presentano generalmente come curve grossolanamente elittiche o circolari: esse sono segnate per differenze di pressione di cinque millimetri. Al centro del complesso delle isobare sta una

La provenienza e la forza del vento dipendono dalla differenza di pressione barometrica fra le varie plaghe della terra. L'esperienza ed il ragionamento hanno ugualmente provato che le correnti d'aria fluenti da una regione di alte pressioni verso una di basse, non procedono secondo linee rette, ma in curve, cosicchè attorno all'area di bassa pressione si origina un movimento giratorio. La causa di questo fenomeno è la rotazione della terra sul proprio asse. Fermiamoci un pochino su questo movimento, che è la causa altresì del regolare avvicendarsi del giorno e della notte, nonchè del moto apparente diurno delle stelle, o, in altre parole, quello che produce per ogni luogo il loro levare e tramontare.

Gli uomini non ebbero coscienza di questo moto, tanto controverso fino a Galileo, che a mezzo dell'accennato moto apparente del cielo. Di poi se ne constatarono gli effetti in molti fenomeni naturali, e lo si potè provare con esperimenti da laboratorio.

Fin dal 1679 Newton osservò che potevasi avere una conferma sperimentale della rotazione diurna terrestre misurando la deviazione verso oriente che doveva manifestarsi nella caduta da una grande altezza di un corpo pesante libero, e comunicò questa osservazione alla Società reale di Londra. Hookes, segretario di essa,

---

regione in cui l'altezza barometrica è minima o massima, e a partire dalla quale le isobare appartengono a punti le cui altezze barometriche vanno crescendo o diminuendo. Nel primo caso si ha un sistema *ciclonico* o *ciclone* e d'ordinario tempo non bello; nel secondo un *anticiclone* e tempo bello. Nello stesso istante sulla superficie del globo esistono parecchi sistemi di isobare, i quali d'ordinario si vanno movendo più o meno velocemente, generando così i cambiamenti del tempo.

eseguì delle esperienze in proposito, ma la piccola altezza di caduta (poco più di otto metri) e le difficoltà dell'esperimento condussero a risultati inconcludenti. Lalande dichiarò nel 1771 che l'osservazione di Newton non aveva fondamento, mentre per contro ne mancava affatto la sua erronea affermazione, tanto che le lunghe laboriose esperienze di Guglielmini, Benzenberg, e Reich riuscirono a constatare, con sufficiente accordo colla teoria, la deviazione ad oriente, piccolissima invero, annunziata da Newton. Molti matematici si occuparono di questa questione, Bonati, Benzenberg, Guglielmini, Gilbert, Gauss, Laplace, Olbers, Poison, Page, Resal, Bour, Saint-Germain, Weihrauch, Helmert, Ferrel, Ekholm, Lorenzoni, Pesci consacrarono a quest'argomento importanti memorie.

Dal moto di rotazione della terra restano in qualche guisa modificati tutti i movimenti che si verificano in natura e quelli che l'uomo produce artificialmente, specie se molto veloci, come quelli dei proiettili delle artiglierie e dei treni ferroviarii. Il moto della terra poi si dimostra con esperimenti da gabinetto, quali quelli col pendolo di Foucault e col giroscopio, descritti in tutti i trattati di fisica.

I movimenti tutti poi dell'atmosfera sono grandemente modificati dalla rotazione diurna terrestre, e per cagione di questa sono diversi affatto da quello che sarebbero se la terra stesse ferma; quei venti notissimi, che sono gli alisei, ampiamente e chiaramente lo attestano. Se la terra stesse ferma, gli alisei nell'emisfero settentrionale soffierebbero direttamente da nord, e nell'emisfero australe direttamente da sud. Il moto rotatorio della terra li fa deviare da quella provenienza, facendoli soffiare per l'emisfero nord da nord-est, e per l'emisfero meridionale da sud-est. Una cosa analoga avviene per tutti gli altri spostamenti di

masse d'aria. Una corrente atmosferica procedente dall'equatore verso nord, precede la superficie della terra sulla quale scorre in ragione della maggior velocità che possiede alla sua origine, e s'inflette quindi dirigendosi a nord-est, ed un vento da sud diviene vento di sud-ovest. Reciprocamente, e questo è il caso dell'aliseo settentrionale, una corrente d'aria che dal polo nord si diriga all'equatore lungo un meridiano, rimane indietro rispetto alla superficie della terra, che gira da occidente ad oriente con velocità crescente al diminuire della latitudine (1): e così un vento proveniente da nord, si converte in uno soffiante da nord-est. Supponendo ora, che tra tali venti di sud-ovest e nord-est esista un'area di basse pressioni, è evidente che questi venti devono volgersi a questo centro, per colmarvi la mancanza d'aria che vi si verifica, incurvando il loro percorso, il vento di sud-ovest girando per il sud, sud-est ed est verso destra, ossia all'est dell'area di bassa pressione; e il vento di nord-est,

(1) La terra che ha la forma di un'elissoide poco schiacciata alle estremità dell'asse minore, ruota intorno a questo in 24 ore; quelle estremità o poli stanno ferme, e la velocità va crescendo man mano che scostandosi da essi procediamo verso l'equatore. In virtù di questo moto i punti della terra e gli uomini con essi percorrono in breve tempo, e senza esserne consci, spazii notevoli. All'equatore si ha una velocità di 465 metri al minuto secondo, sotto il parallelo di 40 gradi di latitudine una velocità di 357 metri. Questa velocità produce una forza centrifuga la cui componente verticale tende a diminuire l'attrazione che la massa terrestre esercita sui corpi; ossia fa che i corpi pesino meno, di quello che avverrebbe se la terra stesse ferma: la componente orizzontale della forza centrifuga è quella che influisce sulla direzione di tutti i movimenti che avvengono sulla superficie della terra.

per il nord, nord-ovest ed ovest, verso sinistra, ossia ad occidente di quell'area. Destra o sinistra, s'intende di un osservatore che, posto nel centro dell'area detta, guardi verso nord. In questa guisa, attorno alla regione di basse pressioni, si stabilirà una circolazione d'aria in senso contrario a quello secondo cui girano le lancette di un orologio; nell'emisfero nord il punto di minima pressione del sistema ciclonico sarà a sinistra. Considerazioni identiche alle precedenti dimostrano che nell'emisfero australe la circolazione dell'aria in un sistema ciclonico si fa pel verso del moto delle lancette di un orologio, e che il punto di pressione minima del sistema sta sempre a destra.

In un modo simile a quello seguito or ora possiamo comprendere che quando l'aria effluisce da un'area di alta pressione atmosferica in tutte le direzioni, si svilupperà un moto giratorio che sarà precisamente l'opposto di quello testè descritto, rispettivamente per ciascun emisfero.

A questi sistemi di alte pressioni e circolazioni si dà il nome di *anticicloni,* perchè in essi avviene precisamente il rovescio di quanto succede nei cicloni.

III.

I trattati di meteorologia e di fisica terrestre contengono le descrizioni di molti venti.

Gli alisei, costanti; i monsoni, le brezze di terra e di mare, i venti delle alte valli, periodici.

Da due ascensioni areostatiche fatte a Tolone il 16 e 18 ottobre 1894, è risultato che le brezze di terra e di mare non si fanno sentire oltre i 700 metri di elevazione. Oltre quel limite predomina la circolazione generale dell'atmosfera. Sembra però che quell'altezza possa variare d'alquanto secondo l'ora e la stagione.

Il *mistrale,* vento violento di nord-ovest, freddo secco, che batte le sponde del golfo di Lione, disseccando e sciupando la vegetazione, minaccioso di pleurite e polmonite agli abitanti della Provenza, che da molto tempo se ne vendicano col distico:

> Le Parlement, le Mistral, et la Durance
> Sont les trois fléaux de la Provence.

L'Italia non ha la Durance, non ha il mistrale, le rimane il Parlamento; e sia ringraziato il Signore Iddio benedetto che non le ha fatto torto.

La *tramontana* delle coste orientali dell'Adriatico, così ben nota a Trieste ed in Dalmazia col nome di *bora* e *borino.* Il *northers* del golfo del Messico, che ha così perniciosa influenza sulla salute e sulla vegetazione. R. Russel, nella sua *North America, its agriculture and climate,* racconta che nel 1855 un tal vento fece, nel Texas meridionale, scendere in quarantun'ore la temperatura da 27 gradi sopra zero a 7 sotto zero: cioè in poco meno di due giorni un abbassamento di 34 gradi.

Il *pampero,* vento pure freddo di nord-ovest, che domina sulle coste del Brasile, soffia con gran forza attraverso le *pampas* o pianure del Rio della Plata.

I venti *etesii,* già conosciuti dai Greci, che, dal sud-est dell'Europa, soffiano d'estate attraverso il Mediterraneo, verso il nord dell'Africa, apparentemente a sostituirvi l'aria calda che s'innalza dal Sahara e dagli altri deserti africani.

Dante accenna a furiosi venti là ove dice:

> Poi farà sì, che al vento di Focara
> Non farà lor mestier voto nè preco.
>
> (*Inferno,* c. XXVIII, v. 89).

Focara è monte della Cattolica, donde si scatenavano sul mare sì furiosi venti che ne derivò il proverbio: *Deus custodiat te a vento Focariensi.*

Ancora nel canto ottavo del *Paradiso*, v. 67, leggiamo:

E la bella Trinacria, che caliga
  Tra Pachino e Peloro, sopra il golfo
  Che riceve da Euro maggior briga.

Allude al golfo di Catania, soggetto ad Euro, vento di levante. Euro o Volturno è un vento di est-sud-est, menzionato da Seneca. Aulo Gellio, per contro, nelle *Noctes Acticae*, distingue Euro da Volturno: egli scriveva circa l'anno 143 dell'èra volgare. Tito Livio, che scriveva intorno a quell'epoca pure, raccontando dell'effetto disastroso della polvere cacciata dal vento Volturno negli occhi dei Romani alla battaglia di Canne, parla di tal nome come di appellativo locale usato in Puglia.

Sulla Torre dei venti, all'Acropoli, Euro è come segue rappresentato sulla faccia che guarda la regione dell'orizzonte donde proviene. Un vecchio dall'aspetto burbero, bene avvolto nel suo mantello, che gli copre il braccio e la mano destra, mentre tenuto dalla mano sinistra gli protegge il volto. Carlomagno, che a quanto racconta Eginardo *(Vita Caroli Imperatoris*, cap. 29) diede i nomi ai venti, lo chiamava in vecchio tedesco *(alt-deutsch)* Ostsundroni: la desinenza *-roni* significa *proveniente da.*

Avendo menzionato il poeta divino, convien ricordare quelle sue descrizioni:

Non altrimenti fatto che d'un vento
  Impetuoso per gli avversi ardori,
  Che fièr la selva, e senza alcun rattento

Li rami schianta, abbatte e porta fuori:
Dinanzi polveroso va superbo,
E fa fuggir le fiere e li pastori.

(*Inferno*, c. IX, v. 67).

E quale annunziatrice degli albori
L'aura di maggio muovesi ed olezza:
Tutta impregnata dall'erba e dai fiori.

(*Purgatorio*, c. XXIV, v. 145).

Un'aura dolce, senza mutamento
Avere in sè, mi ferìa per la fronte,
Non di più colpo che soave vento;

Per cui le fronde, tremolando pronte,
Tutte quante piegavano alla parte
U' la prim'ombra gitta il santo monte:

(*Purgatorio*, c. XXVIII, v. 7).

Son venti caldi: il *scirocco* ben noto in Sicilia, e del quale Marriot scrisse con tanta ragione: “ Quantunque non fatale alla vita umana, è fatale all'umore degli uomini „, l'Alighieri cantava:

Tal, qual di ramo in ramo si raccoglie
Per la pineta, in sul lito di Chiassi,
Quand' Eolo Scirocco fuor discioglie.

(*Purgatorio*, c. XXVIII, v. 19).

In Ispagna il *scirocco* diviene il *solano*. Esso è un vento molto caldo, secco e polveroso, proveniente da sud-est, molto nocivo alla salute e fastidioso al morale, così che vi ha il proverbio: “ Non chiedermi un piacere quando soffia il *solano* „. Così anche il *leveche* è un vento caldo di sud-ovest della penisola Iberica.

Sono ben noti in Africa l'*Harmattan*, il *Khamsin*, ed il *Simoon*.

In Australia il *vento caldo* gode di cattiva riputazione: esso soffia dal nord: i suoi effetti per quanto riguarda la temperatura sono spesso annullati bruscamente da un vento di sud, *burster*, che soffiando da mezzodì, con meravigliosa rapidità, rinfresca l'aria.

Su Madera, originario del Sahara, domina il *Leste*, e nella Svizzera il *Föhn*. Ho voluto serbare questo per l'ultimo, dovendo di esso discorrere piuttosto a lungo, perchè la spiegazione di esso, frutto degli studi meteorologici più moderni, ha condotto ad una soddisfacente spiegazione di molti fenomeni, e specie della pioggia, ed in genere delle precipitazioni acquee.

IV.

Sotto il nome di *Föhn* è conosciuto quel vento caldo e secco che, specialmente in primavera ed in autunno, dalla cresta principale delle Alpi scende nelle vallate svizzere, e col favore di circostanze locali assume in certi casi una violenza incredibile. Ciò avviene specialmente nelle parti alte delle valli del Reno, della Linth, della Reuss e nel Vallese inferiore. I caratteri del *Föhn* oggidì sono ben conosciuti: verso sud tenui veli nel cielo, che più tardi possono addensarsi fino a formare una vera muraglia di nubi, e insieme una trasparenza insolita dell'aria, ne sono i forieri. Il vento comincia a folate, a raffiche, crescendo rapidamente in forza e temperatura, e in certi luoghi diviene non di rado un vero uragano. Il caldo, l'arsura si fanno quasi insopportabili, le persone sensibili soffrono dolori di capo, vertigini e nausee; non altrimenti avviene in Sicilia quando soffia il scirocco: tutti i legnami si disseccano e terribili diventano i pericoli d'incendio. In certi Co-

muni della Svizzera centrale un regolamento di polizia prescrive di spegnere i fuochi ed i lumi all'appressarsi del *Föhn.* A una trascuranza di questa norma è dovuto il famoso incendio che distrusse, nel 1861, il borgo di Glarus. Di primavera al tocco del *Föhn* la neve si squaglia come per incanto, cadono valanghe, i torrenti si gonfiano, e in poche ore il paesaggio cambia completamente d'aspetto: si è perciò che questo vento viene popolarmente chiamato in Isvizzera *Schneefresser* (divoratore della neve).

L'alta temperatura e la straordinaria secchezza del *Föhn* lo fecero anticamente, e anche recentemente ed erroneamente in Italia, credere proveniente dal Sahara, quantunque non lo si avverta quasi mai d'estate, appunto quando quel gran deserto è più riscaldato. Più tardi fu considerato come un ramo della cosidetta corrente equatoriale od aliseo superiore, a cui in quel tempo si attribuiva anche nelle nostre latitudini una azione molto al di là del vero, e culla del *Föhn* fu detto essere il mare delle Antille.

Lo studio moderno affatto delle circostanze meteorologiche dominanti in Europa, prima, durante e dopo il *Föhn,* ha mostrato che l'origine di esso non va cercata tanto lontano. Helmoltz ed Hann lo hanno dimostrato, e von Bezold, riassumendo i loro lavori, ha esposto in modo chiarissimo i loro concetti (1).

Analogo al *Föhn* è il *chinooks* delle montagne rocciose nell'America del nord, e specie di Virginia City. Il *chinooks* fu studiato da Espy: questi venti sono una parte di cicloni, come lo sono i *northers* del Texas e del Mediterraneo.

---

(1) *La meteorologia moderna e la formazione delle precipitazioni,* traduzione e note di Michele Rajna.

La massa gassosa che costituisce l'atmosfera, circonda la terra, ed ai componenti della quale gl'inglesi lord Rayleigh e professore Ramsay hanno di recente aggiunto quel corpo supremamente inerte che è l'*argon* da loro scoperto l'anno passato, obbedisce alle leggi fisiche che governano i fluidi aeriformi. In virtù di esse gli strati più densi, più pesanti stanno al basso presso terra; man mano che ci allontaniamo da questa troviamo aria meno densa, meno pesante. La pressione barometrica diminuisce man mano che ci eleviamo nell'atmosfera: è ben noto che sui monti il barometro sta più basso che in pianura, e gli areonauti lo vedono scendere più degli alpinisti. Andando in alto troviamo minori la temperatura e la pressione; sulle leggi ancora incertamente note, che si pensa seguano le diminuzioni di quelle quantità, è fondata la misura delle altezze col barometro, a dire il vero incerta assai.

Si sa dalla fisica che quando un gas si dilata senza che gli si comunichi del calore, esso prende il calore necessario alla produzione del lavoro richiesto dall'aumento di volume in se stesso e quindi si raffredda. Se un gas, per contro, si restringe, diminuisce di volume, senza sottrazione esterna di calore, esso si riscalda. Così se una massa d'aria viene per una causa qualunque innalzata, essa si trova soggetta a pressione minore della primitiva, si dilata e si raffredda: all'opposto, una massa d'aria che discenda dagli alti ai bassi strati dell'atmosfera, in questi maggiormente compressa, si restringe, e si riscalda. Quindi ogni volta che l'aria ascende si raffredda e si scalda invece quando discende.

Il raffreddamento dell'aria produce la condensazione del vapore acqueo in nebbia, pioggia, neve e grandine, a seconda dei casi.

Il riscaldamento rendendola atta a contenere maggior copia di vapore acqueo, impedisce quella condensazione e

s'oppone alla produzione di precipitazioni. — Tenendo ben presenti queste sommarie nozioni ritorniamo al *Föhn*.

Accade talvolta che al sud delle Alpi dominino alte pressioni, mentre al nord il barometro è basso, cioè si ha un forte minimo o centro ciclonico sulla Manica o sul mare del Nord, coesistente con un centro anticiclonico nel sud e sud-est d'Europa. L'aria che tende a muoversi sempre dalle regioni ove il barometro è alto verso quelle ove è basso, si precipita come aspirata da sud verso nord, s'imbatte nella catena delle Alpi, le valica e si precipita verso il centro di basse pressioni. Seguiamola attentamente nel suo cammino: essa ci fornirà la spiegazione del terribile vento svizzero.

L'aria man mano che s'innalza lungo il versante meridionale delle Alpi si raffredda, e poco per volta raggiunge la temperatura di saturazione. Ogni ulteriore raffreddamento produce condensazione di vapore acqueo, e quindi nebbie, pioggie, e nelle alte regioni alpine, neve. In questa sua salita pertanto l'aria non solo si è raffreddata, ma ha perduto altresì buona dose dell'acqua che conteneva sotto forma di vapore, deponendola a varie altezze in diversi stati.

Giunta alla cresta così fredda e depauperata di vapore d'acqua, l'aria stramazza, discende lungo il versante nord: abbassandosi si comprime, si riscalda, per particolari leggi più in questo stato, e discendendo, che non in quello nel quale era prima, ascendendo, e quindi giunta alla base del monte essa è più calda da questo lato di sottovento, al quale giunge calda e secca producendo il *Föhn*.

Questo è lo schema della spiegazione, non è qui il caso di entrare in ulteriori dettagli. Intanto risulta chiaro che ovunque si riscontrano assieme queste due condizioni di un repentino riscaldamento e disseccamento dell'aria, ivi abbiamo una corrente discendente. Su

questo principio il dottor Rizzo, dell'Osservatorio di Torino, spiega il succedere frequente di venti occidentali caldi e asciutti, accompagnati da una grande serenità di cielo, a una depressione barometrica, accompagnata da cattivo tempo nell'alta valle del Po. Di una giornta prodotta da questo tempo, scrisse come segue il Baruffi, chiaro ed elegante scrittore torinese di cose naturali, in un giornale di Torino molti anni sono: " La giornata d'oggi (25 novembre) fu lieta e tiepida come una delle più belle di primavera, sicchè si sarebbe proprio potuto scambiare il 25 novembre col 25 aprile, e con tutta verità gl'Inglesi avrebbero esclamato nel loro espressivo linguaggio: *very glorious day*. Verso le 5 di sera, attraversando il ponte in ferro che cavalca il Po, siamo stati testimoni di un bello e sorprendente spettacolo: il termometro segnava ancora 12 gradi, l'aria era tiepida, il cielo orientale di un intenso azzurro e l'occidentale, presso l'orizzonte di un bellissimo arancio con due strisce porporine, mentre la parte superiore, verso lo zenit, appariva leggermente rosea. E quanti traversavano il ponte in quell'ora si fermavano estatici a contemplare quella giocondissima scena ". Ecco a questo proposito quanto scrive Michele Rajna in una nota alla rammentata sua traduzione del lavoro di von Bezold.

" E nemmeno è da credersi che il *Föhn* sia una specialità del versante nord delle Alpi: si dà anche un *Föhn* nell'altro versante, nelle valli italiane, meno frequente assai e meno forte, ma tuttavia sensibile talvolta fino a Milano. Questo fatto fu notato per la prima volta dal prof. Schiaparelli nel 1869: pubblicando le temperature orarie del 1868 ottenute alla specola di Milano con un registratore di Hipp, egli raccolse e segnalò parecchi casi di rapide elevazioni di temperatura, avvenute d'inverno (specialmente in dicembre) e

durante più o meno tempo (da pochi minuti a parecchie ore), riconoscibili quasi tutte come effetti del nostro *Föhn* alpino (1). Dalla nostra parte delle Alpi si può aspettarsi un *Föhn* quando una depressione barometrica occupa il Mediterraneo al sud-est delle Alpi e le alte pressioni dominano al nord-ovest in direzione delle isole britanniche; ossia quando le condizioni sono opposte a quelle che producono il *Föhn* della Svizzera. Siccome poi le depressioni sul Mediterraneo sono di regola molto meno intense di quelle che occorrono nel nord dell'Europa, così è naturale che il *Föhn* sia molto meno sensibile al di qua che al di là della catena alpina „.

Della teoria dei venti e dell'influenza delle Alpi sul loro regime si è molto occupato, in Italia, il dottor Luigi De Marchi, del quale l'Istituto lombardo di scienze e lettere ha premiato, due anni sono, un importante studio sulle cause dell'êra glaciale.

V.

Ma fuggito è il vento, l'aria è tranquilla, e la voce del vento più non vibra. Ma chi parla? L'onda del limpido ruscello. Ascolto: che dice? Non io ti parlo parole di pace; non io di quiete narro all'ansio tuo cor che interroga: l'acqua pace non ha. Giù dall'alto precipita tra incise felci e muschi e sterpi corre e mai non resta: tra scoscese rupi discende e ombrose selve; verdi valli feconda e ne va al mare, nè ivi ha sosta il suo perpetuo andare. Palpita col ritmo della marea; si frange furente alla scogliera, lambe mansueta e mite la spiaggia, e nuove terre apparecchia, e terre e navi

(1) *Effemeridi astronomiche di Milano pel 1870*, parte III, pagg. 346-354.

e genti inghiotte. Alberga mostri e perle e un infinito stuol di cose morte, e l'acqua pace non ha. Ma fatta vapor sottile al cielo si innalza onde scende or grandine ed or rugiada: talor vi crea l'azzurro, talora il nembo. Sorride coll'arco baleno, adorna di nivei cristalli la desolata terra invernale, e ricopre di oscuri nembi e paurosi il firmamento. Tale la vita, eterno fanciullo, un picciol lembo d'azzurro, e poi nere nubi ovunque e sempre: sul tuo capo la procella e la quiete, fallace lustra!

Giù dal marmoreo cielo cade lenta e copiosa la pioggia. Sono più le cadenti goccie, o le lagrime versate dagli uomini? Chi le conta? La scienza ha osato numerare i granellini di polvere esistenti nell'aria.

Un numero enorme di corpuscoli vivi e morti si libra nell'aria. Polvere di teschi, spore di fiori, frantumi di astri spenti, semi di vita, germi di morte, miriadi di mostri e di serpenti; e tutto che è putrido, e tutto che è fecondo di vita, in vorticose spire s'agita e danza per entro al caldo raggio del sole nel pulviscolo atmosferico.

The gay motes that people the sum beams (1).

Discorrendo di vento e di polvere, come non rammentare quel giochetto di parole così poco galante,

Quid levius pluma? pulvis. Quid pulvere? ventus.
Quid vento? mulier. Quid mulier? nihil.

che Verdi ha fatto immortale là nel *Rigoletto*, e che non traduco nella speranza, che se ho almeno una lettrice, questa sia così carina e così virtuosa da non

---

(1) I giocondi atomi che popolano i raggi del sole. (Milton.)

capire il latino. E non lo traduco, anche perchè se lo facessi sarei fortemente tentato di completarlo o di sciuparlo così: " Che più leggiero della donna? Un parlamento d'uomini „: ma allora l'affare diverrebbe serio e stonerebbe fra tanta leggerezza, e invece che innocente barzelletta potrebbe passare per solenne verità, ed io dalla politica rifuggo, oh! se rifuggo.

Ogni processo che si svolge per legge naturale, ogni movimento solleva e spinge nell'aria nugoli di pulviscolo: dagli spazi celesti penetra nell'atmosfera il pulviscolo celeste ferruginoso, che Nordenskjöld ha ritrovato nelle regioni nordiche. Anche quando l'aria ci appare trasparentissima essa è ricca di pulviscolo.

La polvere presenta per la grossezza dei suoi granellini tre gradi distinti. La polvere grossolana visibile ad occhio nudo con ogni anche debole illuminazione: il pulviscolo solare, che è discernibile solo quando è illuminato da un raggio di luce solare, o di luce intensa (elettrica): e per ultimo quella polvere così fina, che neppure è visibile nei raggi solari. Quest' ultima si può rendere manifesta, facendola attraversare da una corrente satura di vapor d'acqua con che l' aria trasparente prima, s'intorbida per la formazione della nebbia. È che la presenza di quel tenue pulviscolo è indispensabile alla formazione della nebbia e di tutte le altre forme, nelle quali si condensa il vapore d'acqua dell'atmosfera.

Il finissimo pulviscolo atmosferico rimane, malgrado la gravità che lo attrae al suolo, sempre sospeso, librato nell'aria. Questo fatto è prodotto dalle correnti ascendenti d'aria, generate dai continui mutamenti e squilibrii di temperatura che ovunque si verificano. Poichè i movimenti dell'aria non si fanno solamente per ogni verso in senso orizzontale, ma anche verticalmente all'insù ed all'ingiù, ed anche obliquamente. Le

correnti ascendenti sono anche quelle che mantengono sospese le goccioline di pioggia, che non superano una determinata grossezza; superata la quale, il loro peso, vincendo la forza di quelle correnti, le fa cadere. Ferrel ha dimostrato che le più piccole goccioline di pioggia misurate da Dines, e che hanno un diametro di poco più di 8 *micron* (il *micron* è il millesimo di millimetro), restano sospese nell'aria in virtù di correnti ascendenti, di velocità poco superiori ad un metro per secondo. Dines ha pur misurato particelle di nebbia del diametro di circa un centesimo di millimetro; queste restano sospese per correnti ascendenti debolissime; una velocità ascendente di due o tre metri basta a sostenere goccie di pioggia di quattro millimetri di diametro. È ben noto poi come in certe tempeste il moto ascendente e vorticoso dell'aria diventi così violento, da tener sospesi, e trasportare a distanze notevoli, alberi grossi e robusti, tetti di fabbricati, comignoli di camini; la storia della meteorologia registra centinaia di questi fatti.

Nel 1890 sulla torre Eiffel a Parigi il signor Angot ha istituito delle interessanti esperienze sulle correnti ascendenti dell' aria. Sulla torre Eiffel le correnti discendenti sono molto più rare delle ascendenti, e hanno velocità sempre minori. La massima velocità ascendente misurata fu di circa tre metri al minuto secondo.

Ogni repentino o durevole abbassamento di pressione è accompagnato da una corrente ascendente: e ciò avviene sulla torre Eiffel sia di giorno che di notte.

Tra le intensità delle componenti, orizzontale e verticale del vento, non si constatò proporzionalità. Durante le tempeste la velocità verticale cresce ordinariamente nelle calme relative che tengono dietro alle raffiche.

Nei forti minimi barometrici il vento è sempre ascendente. I più lunghi periodi di correnti discendenti hanno luogo durante rapidi innalzamenti del barometro, o massimi stabili.

Qualche cosa di molto analogo a ciò si verifica nei grandi movimenti atmosferici detti cicloni ed anticicloni.

La scienza, come ho detto, ha osato contare i granellini di polvere contenuti in un dato volume d'aria. Contare, intendiamoci bene, non fino all'unità, ma in modo da poter stabilire la quantità relativa del pulviscolo nelle varie plaghe dell'atmosfera. Lo scozzese John Aitken è riuscito in questo non facile tentativo. Egli intuì che alla condensazione del vapore in nebbia e pioggia era necessario il pulviscolo atmosferico e lo dimostrò col seguente esperimento, ripetuto anche tre anni fa in occasione del congresso dell'Istituto britannico di salute pubblica in Edimburgo (luglio 1893). Due grandi recipienti di vetro *A* e *B* sono messi per mezzo di tubi in comunicazione con una caldaia nella quale bolle dell'acqua. Il recipiente *A* è pieno di aria ordinaria: l'aria della sala. Il recipiente *B* è anche pieno di aria della stanza fatta passare, prima d'entrarvi, attraverso ad un filtro di bambagia, e purificata così da tutta la polvere. Preparati così i recipienti, si fa entrare in essi il vapore proveniente dalla caldaia. Entrando nel globo *A* esso si solleva e forma una bella nube bianca di vapore condensato: nube così densa che l'osservatore non può vedere a traverso di essa. Per contro nel recipiente *B*, dove pure è entrato il vapore, non si osserva la benchè minima traccia di nebbiosità, sebbene sia pieno di vapor d'acqua come il recipiente *A*, che rimane per qualche tempo offuscato da nebbia. L'aria è " sovrasatura „ in entrambi i recipienti, ma solamente in *A* il vapore si condensa

a formare una nebulosità; in *B* esso permane nella sua forma invisibile e sovrasatura. La sola possibile spiegazione della grande differenza fra i due recipienti, è che essa è dovuta alla polvere esistente nell' aria. L'aria polverosa - cioè l'aria comune - produce una densa e bianca nube di vapore condensato: l'aria senza polvere non mostra nebulosità di sorta.

Questo semplice ed elegantissimo esperimento prova senz' altro che la presenza della polvere nell' aria è *indispensabile* alla condensazione del vapore in nebbia, e che le particelle della polvere sono il nucleo sul quale si fa la condensazione. Quindi se nell'aria non vi fosse polvere, non vi sarebbe nè nebbia, nè nubi, e probabilmente neppure pioggia.

Il signor Aitken fa una pittoresca descrizione di ciò che avverrebbe in natura se non esistesse il pulviscolo atmosferico.

" Quando l'aria ha raggiunto la condizione in cui la pioggia cade - cioè quando essa è carica di vapore sovrasaturo - ogni cosa alla superficie della terra sarebbe convertita in un condensatore, sul quale l'acqua si depositerebbe. Ogni filo d'erba, ogni ramo d'albero gocciolerebbe, per l'umidità depositatavi dall'aria passante; i nostri abiti diverrebbero umidi e gocciolanti; le pareti e ogni cosa nella camera sarebbero grondanti d'acqua; le ombrelle tornerebbero inutili. Noi abbiamo in questa polvere fina una bella illustrazione di quanto possono in questo mondo le piccole cose in virtù del loro numero. L'importanza dell'ufficio e la grandezza degli effetti prodotti da queste meno che microscopiche particelle di polvere, ci colpiscono come una vera meraviglia non meno dei grandi spessori e delle vaste aree di roccia, che i paleontologi ci dicono composte degli avanzi di animali microscopici ".

La polvere atmosferica, atta alla produzione della

nebbia e delle nubi, è assai probabilmente costituita da polvere di sal marino degli spruzzi dell'Oceano, polvere meteorica, vulcanica, di combustione, e gas condensati. Ecco come il signor Aitken parla della polvere di sale comune sempre librata nell' atmosfera, e della sua utilità nell'economia della natura. " L'Oceano, che sotto il sole tropicale lascia tranquillamente asportare le sue acque dall'aria che passa, quasi sembra rincrescioso del dono, quando furioso e agitato, sotto tempestosi venti, manda e lancia i suoi spruzzi, che seccati e divenuti fina polvere, diventano suoi agenti che fanno che l'acqua cessi dai suoi vaporosi pellegrinaggi, e discendendo in pioggie fecondanti, faccia ritorno alla sua liquida magione ".

Aitken ha poi immaginato, come applicazione delle sue idee, varii apparecchi per numerare le particelle di polvere contenute nell'aria. Non è qui il luogo di descriverli, accenneremo solamente che egli ha trovato che il numero di tali particelle è immenso, basti il dire che un fumatore di sigaretta ad ogni sbuffo ne getta nell'aria quattro milioni. La quantità della polvere varia da luogo a luogo, da ora ad ora.

Aitken ha contato le particelle di polvere nell' atmosfera in varii luoghi dell'Europa ed è giunto alle seguenti conclusioni sulla relazione tra la quantità di polvere ed i fenomeni meteorologici.

L'atmosfera terrestre è largamente inquinata da polvere prodotta pel fatto dell'uomo (tacendo di quella già menzionata prodotta dai fenomeni naturali).

Questa polvere è sollevata ad altezze notevoli dall'aria che s'eleva sulle città, da quella calda ed umida che si solleva dalle regioni della terra riscaldate dal sole, e dai venti che portano l'aria polverosa lungo i declivi dei monti.

La trasparenza dell'aria dipende dal numero delle

particelle di polvere che contiene ed anche dalla sua umidità. Tanto più l'aria è trasparente quanto meno pulviscolo contiene, e quanto più secca essa è. Non vi è indizio che l' umidità sola - cioè l' acqua, senza polvere, al suo stato gasoso - abbia qualche influenza sulla trasparenza.

L'aria delle alte regioni riunisce i due caratteri di secchezza e di povertà di pulviscolo ed è perciò che essa è trasparentissima: e lo è tanto da permettere di scorgere a ragguardevoli distanze oggetti certamente non visibili in altre circostanze. Humboldt racconta a questo proposito che essendo sulle montagne di Quito nell'America meridionale potè, ad una distanza di circa 28 chilometri e senza cannocchiale, scorgere nettamente sopra una nera parete di roccia basaltica il suo compagno Bompland, avvolto in un bianco *puncho*. Il signor Freshfield narra che dalla vetta del Pizzo al Mare, nel gruppo dell' Ortler, potè scorgere il Monte Viso, distante un qualche centinaio di chilometri.

Zach e Fabry, da Notre-Dame de la Garde a Marsiglia, poterono in circostanze favorevoli scorgere la vetta del Canigou nei Pirenei. Si è questa grande trasparenza dell'aria che indusse gli astronomi a costrurre i loro osservatorii sulle montagne: l' Italia ne ha uno sull'Etna, alla Casa degli Inglesi, sotto la direzione del professore Riccò.

Le particelle di vapore nell'atmosfera portano sempre sopra di sè del vapore condensato; e la quantità di esso nell'aria non satura dipende dall' umidità, tanto assoluta che relativa (1).

---

(1) Dicesi *umidità assoluta dell'aria* la quantità di vapore acqueo che si trova in una determinata regione dell'atmosfera, misurata in grammi per metro cubo. Siccome per ogni grado di temperatura, a quella quantità, cor-

VI.

Ed ora torniamo al *Föhn* e vediamo come la moderna teoria di esso valga a spiegare anche la formazione delle precipitazioni acquee. Notiamo di passata che il *Föhn* potrebbe anche essere lontano parente del *Favonius* dei Romani. *Favonius* è il nome che Varrone, Vitruvio, Seneca, Plinio, Cicerone ed in generale tutti i Latini dànno a quel mite vento occidentale e primaverile che i Greci chiamavano *Zefiro.* Sulla Torre dei venti dell'Acropoli, Zefiro è rappresentato come un bel giovanetto, quasi femmineo, nudo tranne che per un volante e sciolto mantello, le cui pieghe fluenti sono ripiene di fiori. È difficile assai, anche colla miglior buona volontà, il ritrovare in quella simbolica figura i caratteri del *Föhn,* ma a traverso i secoli che cosa non muta? e l'etimologia accennata può non essere impossibile. Eginardo chiama Zefiro *Westroni*, che vien da occidente.

Gli studi fatti sul *Fönh* delle Alpi hanno condotto i meteorologisti a riconoscere che una corrente ascendente d'aria umida è una fonte estremamente copiosa di precipitazioni. Estendendo questo principio al caso generale si arriva facilmente a spiegare quasi completamente la formazione delle precipitazioni nel seno dell'atmosfera.

Le precipitazioni sono generalmente sempre accompagnate dalle nubi. Spiegate queste, quelle lo saranno

---

risponde una determinata tensione o forza elastica del vapore, che si esprime in millimetri, così l'umidità assoluta è data dai meteorologi sotto questa forma.

Dicesi *umidità relativa dell'aria* il rapporto fra la quantità di vapor d'acqua che l'aria contiene, e quella che alla temperatura sua potrebbe contenere.

pur subito, non essendo il loro prodursi che una continuazione del processo di condensazione che ha generato quelle.

Abbiamo veduto che nel *Föhn*, che s'inizia con una corrente ascendente umida, ad una certa altezza sul declivio del monte si formano nebbie e nubi.

Il formarsi delle nebbie e nubi presso le vette dei monti era ben noto agli antichi: ecco come lo descrive Lucrezio:

Sappi ancor, che de' monti il sommo giogo
Quanto al ciel più vicin sorge eminente,
Tanto più di caligine condensa
Fuma continuo, e d'atra nebbia è ingombro;
E questo avvien, perchè sì tenui in prima
Nascer soglion le nuvole, e sì rare,
Che il vento, che le caccia, anzichè gli occhi
Possan mirarle, in un le stringe all'alta
Cima de' monti, u' finalmente insorta
Turba molto maggior, folte e compresse
Ci si rendon visibili, e dal sommo
Giogo pajon del monte ergersi all'Etra:
Che ventosi nel ciel luoghi patenti
Ben può mostrarne il fatto stesso e il senso,
Qualor d'alta montagna in cima ascendi.

(*Della natura delle cose* - Versione di
Alessandro Marchetti).

Longfellow in *Evangeline* così scrive:

aloft on the mountains
Sea fogs pitched their tents, and mists from the
[mighty Atlantic (1).

(1) In alto sui monti le marine brezze drizzano le loro tende in un coi vapori dell'Atlantico possente.

Vediamo se nei luoghi della terra, ove si verificano più intense e costanti correnti ascendenti, si ha anche maggiore nebulosità, vale a dire, se in quelle regioni il cielo rimane più a lungo coperto che altrove. Prime fra le regioni in cui si verificano costanti correnti ascendenti, si presentano a noi le tropicali e le equatoriali. Intorno a queste stanno le famose *regioni delle calme* nelle quali il cielo è quasi sempre per buona parte del giorno coperto da nubi, e nelle quali le pioggie sono abbondantissime. Poi vi son tutti quei luoghi dove delle montagne si oppongono al vento dominante e quindi lo costringono a salire: le nubi e le precipitazioni in queste circostanze si formano sempre dal lato battuto dal vento. Finalmente le aree di basse pressioni barometriche o cicloni, nelle quali, è oramai incontestabilmente provato, si ha a che fare con correnti ascendenti.

Ora, concomitanti a queste condizioni, noi troviamo costantemente delle nubi; è quindi legittimo il conchiudere, che le nubi e le conseguenti precipitazioni sono generalmente prodotte da correnti ascendenti d'aria.

I trattati di meteorologia contengono tutti, più o meno esattamente, la classificazione delle nubi in *cirri, strati, cumuli, nembi.*

Qui ne piace accennare che di recente l' ingegnere Mannucci, fotografo d'astronomia alla Specola vaticana in Roma, ha proposto una importante modificazione alla classificazione delle nubi. Egli accetta in principio la classificazione proposta da Abercromby ed Hildebrandsson, Köppen e Neumayr nei loro Atlanti delle nubi.

Il signor Mannucci ha ottenuto delle splendide fotografie di nubi; altri meteorologi si applicarono pure a tale rilievo del cielo. Lo studio delle nubi, quello dei loro movimenti, va acquistando ognora più importanza.

I loro movimenti infatti ci permettono di constatare i venti che soffiano nelle alte regioni atmosferiche, e che perciò appunto son detti *superiori,* per contrasto a quelli che spirano rasente terra, e che noi possiamo investigare coi nostri apparecchi. D'altra parte le loro forme e il loro succedersi devono essere così intimamente legati alle condizioni dell'atmosfera, che è a sperarsi che il loro studio possa condurre, come già condusse in alcuni luoghi, ad utili ammaestramenti per la previsione del tempo.

Shakespeare fa una mirabile descrizione della forma delle nubi.

Sometimes we see a cloud that's dragonish,
A vapour sometimes like a bear or lion,
A towered citadel, a pendent rock,
A forked mountain, a blue promontory
With trees upon't that nod unto the world,
And mock our eyes with air.....
That which is now a horse, even with a thought,
The rack dislimns and makes it indistinct
As water is in water.

(*Antony and Cleopatra,* atto IV, scena 12) (1).

---

(1) Qualche volta noi miriamo una nube che simula le forme di un drago minaccioso; vediam vapori che presentano la figura di un orso, o d'un leone; altri che si elevano a mo' di fortezza o segnano orrendi precipizi; monti a doppia cima franati, turchini promontorii cinti di foreste, che sembrano ondeggiare sui nostri capi, immagini vane che deludono i nostri occhi. Tu hai veduto tali fenomeni, creati dalle nere ombre della sera?... Quello che un momento credi un cavallo, svanisce e si fonde indistinto come l'acqua nell'acqua.

(*Antonio e Cleopatra* - Versione di C. Rusconi).

Aristofane ha intitolato *Le Nubi* una sua liberissima commedia, che vuolsi abbia avuto grande influenza sulla morte di Socrate, ma ciò è tutt'altro che dimostrato.

Molto più in su di tutte le nubi descritte dai poeti, di tutte quelle studiate dai meteorologi, gli astronomi hanno scoperto le *Nubi di Magellano*. Queste sono due nubi luminose nella regione celeste circondante il polo sud, che pel loro splendore e la loro posizione isolata attraggono l'attenzione. Esse sono, secondo la espressione di Humboldt, " uniche nel mondo delle forme che presenta il firmamento „, e rialzano grandemente " la pittoresca bellezza della vôlta celeste meridionale „. L'antichità non conobbe questi oggetti celesti, divennero ben noti dopo le navigazioni dei Portoghesi, e specie dopo il viaggio di circumnavigazione di Magellano dal quale presero il nome. John Herschel studiò quelle chiazze luminose nel 1837 al Capo di Buona Speranza, e le trovò costituite da stelle distinte, da coarcevazioni stellari, e da macchie nebulari ovali ed irregolari quali quelle che si scorgono nelle costellazioni della Vergine e della Chioma di Berenice.

Forse le *Nubi di Magellano* o *Nubi del Capo*, come son dette talvolta, sono una gigantesca ed infinitamente lontana *Via lattea* che, come quella che ci è famigliare, racchiude nel suo ámbito immenso miriadi di universi.

Ma scendiamo a terra nel nostro mondo, alle nostre nubi, che per quanto opache e oscure sono sempre più trasparenti e chiare di quelle che velano i profondi pensamenti dei professori di filosofia, che Heine poeta e Schopenhauer filosofo avevano, così a ragione, tanto in uggia.

La sapienza dei nostri avi, quale ci fu tramandata nei proverbi, conserva, circa i pronostici del tempo forniti dalle nubi, cognizioni certo non da respingersi: ed il signor Inwards, presidente della Società meteorologica inglese, ne ha raccolti parecchi degni di molta attenzione.

Con metodi precisi assai s'incomincia ora a misurare, specie per opera di meteorologi norvegesi e svedesi, l'altezza delle nubi, che difficilmente scendono più basse di 700 metri sul suolo; mentre sotto forma di cirri tenuissimi s'innalzano ad altezze grandissime, come attestano gli areonauti che ad otto o novemila metri di elevazione sul mare ne videro, a grande distanza, sopra il loro capo.

Le nubi dunque, al pari delle nebbie, sono formate da goccioline d'acqua, aventi per nucleo un granellino finissimo di polvere, goccioline che rimangono sospese per forza delle correnti d'aria ascendenti che ognora sono presenti, or deboli, ora forti, in tutti i movimenti dell'atmosfera.

Se in una nube, per raffreddamento, la conversione del vapore in acqua continua, le goccioline crescono di volume e di peso. Quando questo è divenuto tale da vincere la corrente ascendente, che sostiene la nube, le goccioline cadono ed incomincia a piovere.

Come bene osserva Ferrel la grossezza delle goccie di pioggia è, in qualche misura, un' indicazione della velocità delle correnti ascendenti.

Piccole goccie di pioggia indicano che le correnti ascendenti sono così deboli da lasciarle cadere, invece che sostenerle o respingerle in su: ma quando cadono solamente goccie molto grosse, come avviene in certi temporali estivi al loro principiare, l' indizio è che la corrente ascendente è così forte che può o trattenere sospese o cacciar lontano le più minute goccioline.

Lyell fin dal 1842 ha osservato alla Nuova Scozia, sulla costa della baia di Fundy, delle impronte fossili di goccie di pioggia. Così dei depositi arenacei ci hanno conservato la traccia dell'incresparsi dell' onda alla riva, sotto forma di rughe alla superficie degli strati.

A questo riguardo scrive Lyell, il sommo geologo, quanto segue.

" Sopra alcuni pezzi si vedono delle traccie sinuose e tubulari che dei vermi hanno scavato subito sotto la superficie generale, e che formate posteriormente ad un'impronta di pioggia passano qualche volta sotto la parte centrale di questa impronta. Accade anche che dopo aver perforato, per un certo tratto, lo strato sottostante della stratificazione, i vermi ricompaiono alla superficie. Tutti questi fenomeni, tanto quelli delle impronte di pioggia, quanto le tracce di vermi, offrono un interesse geologico tanto più grande, in quanto che si trova la loro esatta riproduzione nelle roccie delle diverse età, e persino nelle formazioni della più remota antichità. Ci s'imbatte anche in piccole cavità, di cui le dimensioni sono spesso analoghe a quelle che pruduce la pioggia, e che sono cagionate da bolle d'aria venute alla superficie, a traverso la sabbia ed il fango. Ma queste cavità presentano caratteri ben distinti dalle impronte di pioggia, in quanto esse sono ordinariamente più profonde che larghe, e colle pareti meno inclinate. Queste ultime talvolta sono perfino verticali o incurvate in forma di volta, di guisa che l'apertura esterna della concavità è più stretta del fondo ".

Dei vermi, delle goccie di pioggia, delle bolle d'aria han lasciato, attraverso a centinaia di secoli, e fra le immani vicende cui la terra andò soggetta, la loro impronta. Quegl'incavi, quelle linee sinuose, là nell'esemplare del museo ci attestano oggidì, dopo tanto e fortunoso volger di tempi, l'esistenza di quei fatti insignificanti di quei viscidi striscianti animali. E delle superbe, guerreggianti generazioni d'uomini, che di loro colpe contaminarono la Terra, che resta? *Cotal vestigio, qual fumo in aere od in acqua la schiuma.*

Si conserva alla biblioteca Nazionale di Parigi un manoscritto intitolato *Le meraviglie della natura*, il cui autore, Mohamed Kazwini, fioriva nel settimo secolo dell'èra nostra. Oltre varie osservazioni curiose sugli areoliti, sui terremoti e sui cambiamenti di posizione cui andarono successivamente soggetti la terra ed il mare, questo manoscritto contiene la bella narrazione che segue, che pone in bocca di Kidhz, personaggio allegorico: " Passando un giorno per un'antica e popolatissima città, chiesi ad uno dei suoi abitanti da quanto tempo essa fosse fondata.

" — È veramente — egli mi rispose — una fiorente città, ma noi ignoriamo il tempo di sua esistenza, e intorno a ciò, gli avi nostri erano ignoranti quanto noi.

" Cinque secoli più tardi, io ripassai per quel luogo, e non potei rintracciare alcun vestigio della città. Interrogai un contadino, che stava cogliendo erbe là ove essa fu, circa l'epoca della distruzione della possente città.

" — In verità — egli mi disse — ecco una strana inchiesta. Questo terreno non fu mai altro che ciò che esso ora è.

" — Ma non fiorì qui anticamente — ribattei — una splendida città?

" — Mai — mi rispose — per quanto almeno possiamo giudicare da quello che noi abbiamo visto, ed i nostri padri stessi non ci hanno mai parlato di una tal cosa.

" Al mio ritorno, in quei luoghi medesimi, cinquecento anni dopo, *li trovai occupati dal mare*, e sulla sponda stava un gruppo di pescatori, ai quali domandai, da quanti anni la terra fosse stata coperta dal mare.

" — È forse cotesta — mi dissero — una domanda da pari vostro? Questo luogo sempre fu quale è oggi.

" In capo a cinquecento anni ancora vi ritornai, e

il mare era scomparso; m' informai da un uomo che solitario vagava in quei pressi, da qual'epoca quel mutamento fosse avvenuto, e ne ebbi la risposta medesima di cinque secoli prima.

“ Infine, dopo un lasso di tempo uguale ai precedenti, ritornai in quel luogo un'ultima volta, e vi ritrovai una grande e bella città, più popolata e più ricca assai in monumenti della prima, che avevo visitata, e quando volli sapere della sua origine, gli abitanti mi risposero:

“ — La data della sua fondazione si perde nella più remota antichità, noi ignoriamo da quando esista, e i nostri avi, a questo riguardo, non ne sapevano più di noi ”.

Sta natura ognor verde, anzi procede
Per sì lungo cammino
Che sembra star. Caggiono i regni intanto,
Passan genti e linguaggi: ella nol vede:
E l'uom d'eternità s'arroga il vanto.

(Leopardi: *La ginestra*).

VII.

Abbiamo sopra accennato alle *regioni delle calme equatoriali* ed abbiamo detto che esse sono quasi sempre e per buona parte del giorno coperte da nubi, tanto che i marinai francesi le chiamano *le pot au noir*. Sul pianeta Giove troviamo qualche cosa di analogo in quelle macchie che si vedono lungo l'equatore del gigantesco pianeta. L' impressione che si ricava dallo studio telescopico di Giove, si è che, superficialmente almeno, non è solido: esso ci appare avvolto in uno strato di notevole spessore di dense nubi, che finora non si squarciarono mai, così da lasciar intravedere

la superficie del pianeta che a noi è completamente sconosciuta. Se da Giove un astronomo osservasse con un potentissimo telescopio il nostro globo, egli ne troverebbe senza dubbio una gran parte oscurata da masse di vapore, e non potrebbe a meno di essere colpito dall'instabilità e dal carattere variabile dell'involucro nubiloso che nel corso di poche ore può scoprire o velare intieri imperi ed oceani. La sola osservazione delle nubi renderebbe interessante l'investigazione telescopica del nostro mondo piccioletto, a chi potesse istituirla da qualche globo lontano. Vi sono regioni del globo che sono quasi continuamente favorite da cielo sereno, quali in certa misura le grandi estensioni di terra che dal Sahara si protendono verso l' Arabia e la Persia, che si continuano poi attraverso l' Asia centrale sulle steppe meridionali della Russia fino al lago Baikal; il deserto di Gobi, quello di Kalahari: la regione dei laghi Salati nell' America settentrionale, e nell'America del Sud l'angusta zona del Perù e del Chili compresa fra le Ande ed il mare. Questi paesi sono compresi in quella zona che vien detta delle calme tropicali. In queste plaghe le pioggie sono rarissime e l'astronomo da noi immaginato su Giove potrebbe disegnarne i contorni senza dover aspettar favorevoli occasioni. Per la rimanente parte del mondo la bisogna richiederebbe nell' astronomo molta pazienza: per la zona delle calme equatoriali, che egli avrebbe senza fallo avvertita, la cosa sarebbe forse impossibile, ed egli dovrebbe accontentarsi di disegnare delle masse nubilose, come noi facciamo per Giove.

La regione delle calme è compresa fra quella dei due alisei: essa merita questo nome però non solo in quanto non vi dominano venti costanti, ma quasi sempre vi regna calma perfetta, interrotta quasi giornalmente da violenti uragani, accompagnati da

straordinari rovesci d'acqua: così che alla zona delle calme si dà anche il nome di *cintura delle pioggie.*

L'aria nella zona delle calme essendo quasi perfettamente calma e pressochè satura di vapor d'acqua, è sempre oltremodo opprimente, quale è in analoghe condizioni, ma per breve tempo, in altre regioni del globo. Ecco come il commodoro Sinclair descrive la regione delle calme, che egli attraversò nel gennaio 1818 a bordo della fregata americana *Congress:* " Questa è senza dubbio una delle più spiacevoli regioni della terra. Un'atmostera densa chiusa, tranne che per poche ore dopo un temporale, durante il quale cadono torrenti d'acqua, e durante le quali l'aria si rinfresca alquanto: ma un sole caldo, ardente, la riscalda presto di nuovo, e se non fosse della tenda stesa sul ponte e della debole ventilazione prodotta dal continuo sbattere delle vele della nave sarebbe insopportabile. Niuno, che non abbia attraversato la regione, può farsi una idea dei suoi incomodi effetti. Si prova un grado di stanchezza invincibile, che neppure i bagni in mare, che ovunque altrove riescono così salutari e rinforzanti possono scacciare. Eccetto che in imminente pericolo di naufragio, nella parte professionale della mia vita, io non passai mai dodici giorni più brutti che i dodici trascorsi nella regione delle calme ".

Ora, coi battelli a vapore, la faccenda cammina diversamente, la zona delle calme è presto attraversata, e le lamentazioni del commodoro Sinclair suonano strane ai marinai ed ai viaggiatori: sono vere per gli abitatori di taluni paesi e per i pochi velieri che traversano quella plaga.

Malgrado il carattere oppressivo del clima sotto il vasto anello di nubi, la temperatura non è eccessivamente alta, molto meno certo che ai due fianchi di essa, ed il carattere opprimente e fastidioso proviene prin-

cipalmente dalla tranquillità dell'aria e dalla sua grande umidità. Il grande anello di nubi ripara la superficie della terra dai raggi quasi verticali del sole, e quindi fa più freddo che non dalle due parti di esso, dove il suolo è percosso liberamente dai raggi solari. A produrre quella bassa temperatura sembra concorra anche il raffreddamento prodotto dalle goccie di pioggia che provengono dagli alti e freddi strati dell'atmosfera.

L'umidità sulle coste tropicali è elevatissima, sia la relativa che l'assoluta, e ad essa si debbono attribuire molti effetti che l'organismo umano risente in quelle regioni, e che la sola temperatura elevata non basta a spiegare. Il Van Bebber, nel suo recente pregevolissimo trattato di meteorologia igienica, ha riassunto maestrevolmente quanto riguarda il clima tropicale e l'igiene richiesta per vivervi bene.

Sebbene nella zona delle calme o delle pioggie piova almeno per la metà della stagione piovosa, ciò però non dura di continuo giorno e notte, ma avviene specialmente durante il giorno. L' abbondante caduta di pioggia, almeno in terraferma, sembra essere della natura degli acquazzoni temporaleschi in tutte le contrade con un tempo molto caldo ed umido, e dipendere dagli effetti dei raggi solari inducenti uno stato di equilibrio instabile, così che il vapore acqueo ivi addotto dagli alisei sale, si condensa in pioggia mentre l'atmosfera è in quello stato.

Una caratteristica dei fenomeni meteorologici nelle regioni equatoriali è la loro regolarità. Caldeleugh afferma che a Rio Janeiro, negli inviti che si facevano una volta pel pomeriggio, era di moda fissare agli invitati se dovevano trovarsi al convegno prima o dopo il temporale che avveniva regolarmente ad una certa ora. E di fatti nelle regioni tropicali le nubi soglionsi assai spesso formare nel mattino, e la pioggia cade

nel pomeriggio, mentre nel corso della notte il cielo è sereno. È raro che la pioggia cada per più di otto o dieci ore di seguito.

All'equatore poi l'andamento del barometro è così regolare, che secondo Humboldt, si arriverebbe quasi a conoscere l'ora in ogni istante del giorno e della notte, dietro le sole osservazioni del barometro. Così non è per noi, che viventi nelle zone temperate o regioni dei venti irregolari, vediamo di continuo oscillare il barometro, con un andamento diurno, che presenta dei massimi e dei minimi, tutt'altro che spiegati.

L'andamento diurno del barometro è curioso; offre due massimi, i quali succedono tra le 9 e le 11 antimeridiane e le 9 e le 11 pomeridiane, e due minimi che avvengono verso le 3 antimeridiane e le 3 pomeridiane. L'andamento diurno nel termometro per contro è molto più regolare, presenta un massimo ed un minimo, corrispondenti rispettivamente all' istante più caldo e più freddo della giornata.

VIII.

La grande quantità di vapore d'acqua contenuta nell'atmosfera delle regioni equatoriali e tropicali, non può non influire sulla tinta del cielo e la trasparenza dell'aria. Bisogna a questo riguardo accettare con un ponderato benefizio d'inventario le descrizioni che ne fanno i viaggiatori. La grande quantità di vapore acqueo dà al cielo tropicale d'ordinario una tinta biancastra, poichè esso, almeno negli alti strati atmosferici, è pronto alla condensazione. Le regioni calde e secche della zona subtropicale, sono per rispetto alla trasparenza dell' aria e per la profondità del suo azzurro molto superiori alle regioni tropicali. Nell'interno dei continenti tropicali il cielo, durante il tempo secco e

chiaro, è spesso completamente intorbidato, e la veduta in lontananza impedita dal fumo proveniente dagli incendi delle praterie.

Ascoltiamo a questo riguardo un giudice competente.

Il barone von Ransonnet-Villez, il quale come pittore ha visitato parecchie volte il mondo tropicale asiatico ed ha fatto il giro del mondo, scrive.

" Prima di tutto io debbo contraddire ad un' opinione comune, a quella del " cupo azzurro „ del cielo tropicale. Finora io non fui così avventurato da ritrovarlo; all'opposto, io posso assicurare, come già mi affermava con altri osservatori il mio indimenticabile amico Selleny, che il cielo dei tropici bene spesso, col tempo il più chiaro, non mostra traccia alcuna d'azzurro, come del pari noi possiamo osservare durante i più caldi giorni d'estate. Sulla tavolozza, in ogni caso, questa tinta si doveva preparare senza *bleu*. Lucente vivamente è perciò il cielo e, come si sa, irradia contemporaneamente un tale ardore, che spesso è necessaria la completa esclusione della luce del cielo, per ottenere una temperatura sopportabile. In tutta l'India settentrionale, da Bombay per Delhi fino a Benares, nei mesi invernali secchi, ma pur sempre caldi, io trovai una particolare costituzione dell' atmosfera, quale di opale, la quale, specialmente nel mattino in Benares, produceva meravigliosi effetti, in quanto che essa, come avviene a Venezia, dava ai paesaggi lontani una apparenza dorata „.

E poichè abbiamo avuto occasione di parlare dell'India, la strana terra dei *fakiri*, rammentiamo che in essa si è constatata la maggior caduta di pioggia finora osservata. Essa cadde a Debra-Dùn il 30 luglio 1890, e l'altezza dell'acqua caduta nelle 24 ore fu di 29,46 centimetri.

La quantità della pioggia, come delle altre forme di precipitazioni, dipende molto dalla differenza di temperatura fra gli infimi strati atmosferici e quelli nei quali la pioggia si formò, differenza che i meteorologi chiamano *gradiente termico verticale.* In altre parole, lo stato igrometrico delle alte regioni atmosferiche è intimamente collegato colla legge di diminuzione della temperatura coll'altezza, della quale avemmo altra volta occasione di discorrere. Quanto più rapida è la diminuzione verticale della temperatura, tanto più rapida è infatti la condensazione del vapore nelle masse d'aria ascendenti. Il dott. De Marchi cita da Woeikoff, come esempio di valore eccezionale del gradiente termico verticale, l'arcipelago equatoriale delle Gallapagos nel Pacifico. La temperatura media delle acque circostanti è ivi di 23 gradi, quella dell'aria alla spiaggia di 22, ma già a 700 metri d'altezza sulle montagne è ridotta a 14°. Nelle Gallapagos, scrive Woeikoff, mentre la regione bassa è molto asciutta e le pioggie vi sono rare, in alto vi è nebbia quasi costante che si scioglie in fina pioggia. L'umidità vi è tanta che la superficie di lava basaltica vi è interamente triturata e convertita in terra argillosa.

Le isole Gallapagos sono famose per le tartarughe giganti, che vi erano altravolta abbondantissime, tanto che gli Spagnuoli, che scoprirono quelle isole, le denominarono *Isole delle tartarughe;* ma che, per nefasta opera dell'uomo, spariranno ben presto anche colà.

Si può domandare se abbia sempre piovuto come piove ora, e nei tempi storici e in quelli preistorici: si può desiderare di conoscere se le cadute delle pioggie presentino dei ritorni periodici. A queste inchieste, se il consentono i cortesi lettori, risponderemo un' altra volta; ora.....

Ora cessata è la pioggia e queta il vento, e tra i rami flessuosi appare l'azzurro limpido del nostro cielo. Il ruscello s'è fatto chiaro, e col mormorio dell'acqua mi saluta. Ahi! triste saluto. Come l'acqua, l'uomo pace non ha, non sostar, non posar mai, tale il suo fato. Addio. Al pari di me d'una in altra forma andrai travolto, eternamente d'ignota forza in balìa, senza aver pace mai, oh meschinello, addio!

Ma di cima al colle il vecchio abete risponde: Stolta l'onda, follie ti parlò. La pace avrai, in nitida bara, fra quattro assi bianche io te la serbo. Dà retta al vecchio abete, là sotto terra, nella tomba oscura, la pace, l'eterno dolcissimo sonno t'attende: e riposerai, stanco viatore! Ma da lungi ancora sibila il vento. Diverrai vermi e fango, ed il tuo spirito, qual fuoco fatuo di abbandonato cimitero in notte paurosa, svanirà danzando sugli scheletri orrendi, che colle vuote occhiaie guardan l'eternità passare. — Pazzo, l' abete mentì, non poserai! E l'onda ancor bisbiglia: Insano: l'abete è mentitore. Nel sepolcro pace non è, se le tue ossa calpesta il volgo brutale e indifferente, se a tue fatiche ed al tuo nome insulta, ed altro che scherno e oblìo non ti concede il mondo!

Ma sta. Scende dall'alto cielo profondo un mite raggio del divin sole, fra le foglie scherzando e accanto a me si posa e mi favella: Sono anch' io un triste e antico pellegrino, ed ho viaggiato tanto: per l'etra immensa interminato spazio trascorsi ed or riposo. Anch'io cerco la pace e sol la trovo quando in pro degli uomini i germi della terra fecondo e avvivo, ed ai pianeti e all'orbe il dolce tepore e la soave luce dispenso. In sulla porta del queto abituro reco alla vecchierella il sorriso di natura, e al moribondo, sulla bianca coltre depongo del mondo l' estremo saluto. I cuori allieto, sbocciano i fior per me, men dura, alla

cara luce del dì, non è la vita? Dal poco ben ch'io faccio, da ogni giusto sorriso, da ogni tormentosa ansia per me tolta, a me vien pace e sollievo. Al vento, all'onda non badar, fa il bene e spera: verace saggio è l'abete!

E ripreso il bordon del pellegrino, sotto l' ombrosa selva, per l'erto sentier m'avvio. M'avvio pensando e ricordando del sole onniveggente il sapiente avviso, che mi conforta tanto: m'avvio fidente nell' abete antico, che a sue promesse non fallì giammai.

Agosto 1895.

